



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL**

**“VULNERABILIDAD SÍSMICA DE SECTOR PUSUQUÍ QUITO  
ECUADOR, IDENTIFICANDO DIFERENTES TIPOLOGÍAS  
ESTRUCTURALES ENCONTRADAS EN EL SECTOR DE  
ESTUDIO, APLICANDO EL MÉTODO DE ANÁLISIS LINEAL”**

Autor: Néstor Andrés Correa Rojas

Tutor: Ing. Hugo Marcelo Otáñez Gómez, Mag

Quito, Septiembre 2021.



## DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, Néstor Andrés Correa Rojas, con cédula de ciudadanía número 171908863-3, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



Néstor Andrés Correa Rojas

C.C. 171908863-3

# **DECLARATORIA**

El presente Trabajo de Titulación titulado:

**“VULNERABILIDAD SÍSMICA DE SECTOR PUSUQUI QUITO ECUADOR,  
IDENTIFICANDO DIFERENTES TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES  
ENCONTRADAS EN EL SECTOR DE ESTUDIO, APLICANDO EL  
MÉTODO DE ANÁLISIS LINEAL”**

Realizado por:

**NÉSTOR ANDRÉS CORREA ROJAS**

Como requisito para la obtención del Título de:

**INGENIERO CIVIL**

Ha sido dirigido por el profesor

**ING. HUGO MARCELO OTAÑEZ GÓMEZ. MAG.**

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor.

Ing. Hugo Marcelo Otáñez Gómez, Mag.

**TUTOR**

## DECLARATORIA DE PROFESORES INFORMANTES

Los profesores informantes:

Ing. Luis Alberto Soria Núñez, MsC.

Ing. Diego Xavier Jara Almeida, Msc. MBA

Después de revisar el trabajo presentado,

Lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal  
examinador

LUIS ALBERTO SORIA NUÑÉZ

DIEGO XAVIER JARA ALMEIDA

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación va dedicado a mi hermana Karen Mishel Correa Rojas ella me llenó de inspiración para culminar mis proyectos. También con su ejemplo me motivo bastante para seguir con determinación.

A mis padres Néstor Benjamín Correa Córdova, y Ena María Rojas Encalada que con su amor y tiempo me dieron fuerzas para seguir a pesar de las diversas adversidades del camino.

A mis hermanos en general, la familia Villavicencio Castro y mi tía Paquita Correa y Tío Tony que confiaron en mí y siempre me ayudaron con los consejos y con su apoyo.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a Dios por regalarme salud y energías para culminar este proyecto de mí vida. Y agradecerle por todas las bendiciones que siempre me da.

Al Arquitecto Iván Romero que es un ejemplo en mi formación académica y profesional, ya que confió en mí y me ayudó siempre para poder culminar mi trabajo y mis estudios

A los docentes de la Universidad Internacional Sek que hicieron un gran trabajo en transmitir sus enseñanzas y su manera de trabajar.

Gracias a la Universidad Internacional Sek.

## **RESUMEN**

La ciudad de Quito se encuentra en un lugar de alto grado de vulnerabilidad sísmica. Por el crecimiento acelerado de las residencias y el poco control de las autoridades municipales la mayoría de estas construcciones son de carácter informal, ya que no cumplen con las normas ecuatorianas de la construcción. Tomando en cuenta estos antecedentes, surge la necesidad de realizar un trabajo de investigación, que tiene como objetivo principal, determinar el grado de vulnerabilidad sísmica del barrio San Gregorio, Pusuquí, Quito, Ecuador.

Para determinar el grado de evaluación sísmica del sector se va a realizar el formulario de guía práctica de evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015. Se va a aplicar un diseño estático lineal, para lo cual se realizó un modelo en el programa computacional SAP 2000 con norma ACI 318-14. Los elementos a ser evaluados dentro del diseño se obtuvieron en el levantamiento de información en campo. Adicional a esto, se efectuó el ensayo de esclerómetro para la determinación de la resistencia a la compresión del hormigón que presentan las estructuras.

Es importante realizar este tipo de investigaciones sísmicas para poder determinar las vulnerabilidades sísmicas presentadas en cada sector, y así poder evaluar las acciones de mitigación que se pueden implementar.

### **PALABRAS CLAVE (4)**

Vulnerabilidad Sísmica, Análisis Estático Lineal, Evaluación Sísmica, Riesgo

## **ABSTRACT**

The city of Quito is located in a place of high degree of seismic vulnerability. Due to the accelerated growth of residences and the little control of the municipal authorities, most of these constructions are of an informal nature, since they do not comply with Ecuadorian construction regulations. Taking into account these antecedents, the need arises to carry out a research work, whose main objective is to determine the degree of seismic vulnerability of the San Gregorio, Pusuquí, Quito, Ecuador.

To determine the degree of seismic evaluation of the sector, the practical guide form for seismic evaluation and rehabilitation of structures will be carried out, in accordance with the Ecuadorian Construction Standard NEC 2015. A linear static design will be applied, for which A model was made in the SAP 2000 computer program ACI 318-14. The elements to be evaluated within the design were obtained in the gathering of information in the field. In addition to this, the sclerometer test was carried out to determine the compressive strength of the concrete that the structures present.

It is important to carry out this type of seismic investigation to be able to determine the seismic vulnerabilities presented in each sector, and thus to be able to evaluate the mitigation actions that can be implemented.

## **KEYWORDS (4)**

Seismic Vulnerability, Linear Static Analysis, Seismic Assessment, Risk



# TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ECUACIONES .....	2
ÍNDICE DE FIGURAS.....	3
1 CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	2
1.3 TRABAJOS PREVIOS SOBRE EL TEMA.....	3
1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	4
1.5 OBJETIVOS .....	5
1.5.1 OBJETIVO GENERAL .....	5
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.6 ALCANCE .....	6
1.7 LIMITACIONES.....	6
1.8 HIPÓTESIS .....	6
1.9 DEFINICIÓN DE VARIABLES .....	7
1.9.1 VARIABLES DEPENDIENTES .....	7
1.9.2 VARIABLES INDEPENDIENTES.....	7
1.9.3 RELACIÓN ENTRE VARIABLES .....	7
2 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	8
2.1 ÁREA DE INFLUENCIA.....	8
2.1.1 DESCRIPCIÓN DEL SECTOR .....	10
2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	11
2.2.1 SISMICIDAD.....	11
2.2.1.1 SISMICIDAD EN ECUADOR.....	12
2.2.1.2 SISMICIDAD EN QUITO.....	15
2.2.1.3 RIESGO SÍSMICO .....	16
2.2.2 VULNERABILIDAD SÍSMICA.....	16
2.2.2.1 MÉTODOS ANALÍTICOS .....	18
2.2.2.2 MÉTODOS CUALITATIVOS .....	19
2.2.3 CURVAS DE FRAGILIDAD .....	19
2.2.3.1 CURVAS DE FRAGILIDAD UTILIZADAS PROYECTO GEM-SARAH.....	21
2.2.3.2 TIPOS DE TIPOLOGÍAS UTILIZADAS PROYECTO GEM-SARAH.....	23
2.2.4 MÓDULO DE ELASTICIDAD .....	24

2.2.4.1 MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO .....	24
2.2.5 CARGAS NO SÍSMICAS.....	26
2.2.6 MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y FACTOR DE ZONA Z.....	26
2.2.6.1 MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA QUITO.....	27
2.2.6.2 FACTOR DE ZONA Z.....	27
2.2.6.3 COEFICIENTES DE PERFIL DE SUELO .....	29
2.2.6.4 COMPONENTES HORIZONTALES DE LA CARGA SÍSMICA.....	31
2.2.6.5 ESPECTRO ELÁSTICO DE DISEÑO DE DESPLAZAMIENTOS.....	32
2.2.6.6 METODOLOGÍA DE DISEÑO SISMORRESISTENTE .....	33
2.2.6.7 REQUISITOS CONSTRUCTIVOS .....	33
2.2.6.8 FACTOR DE REDUCCIÓN R.....	35
2.2.6.9 CORTANTE BASAL V .....	35
2.2.7 ANALISIS ESTRUCTURAL.....	36
2.2.7.1 ANÁLISIS ESTÁTICO LINEAL .....	36
2.2.7.2 ANÁLISIS MODAL ESPECTRAL.....	36
2.3 FORMULARIO EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS NEC 2015.....	37
2.3.1 DESCRIPCIÓN DEL FORMULARIO DE EVALUACIÓN. ....	37
2.3.2 DESCRIPCIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DE GUÍA PRÁCTICA PARA EVALUACIÓN SÍSMICA Y REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS.....	38
2.3.3 PARÁMETROS DE LAS VARIABLES .....	39
2.3.4 DATOS INFORMATIVOS DE FORMULARIO.....	40
2.3.5 IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL .....	41
2.3.6 ALTURA DE LA EDIFICACIÓN.....	42
2.3.7 IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN .....	43
2.3.7 CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN .....	47
2.3.8 Tipo de Suelo .....	47
2.3.9 Grado de vulnerabilidad sísmica .....	48
2.4 ENSAYO DEL ESCLERÓMETRO .....	49
2.4.1 DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO ESCLERÓMETRO NORMA ASTM C 805-NTE INEN 3121 ....	49
2.4.2 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO.....	51
2.4.3 LIMITACIONES DEL ENSAYO. ....	53
2.4.4. FORMULARIO DE TOMA DE DATOS ESCLERÓMETRO.....	55
<b>3 CAPÍTULO III: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>57</b>
3.1 TOMA DE DATOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS FORMULARIO EVALUACIÓN SÍSMICA ....	57
3.1.1 RESULTADOS DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL SECTOR.....	58
3.1.2 CLASIFICACIÓN DE ACUERDO NÚMERO DE PISOS .....	59

3.1.3 CLASIFICACIÓN DE ACUERDO TIPO DE ESTRUCTURA .....	60
3.1.4 CLASIFICACIÓN DE ACUERDO VULNERABILIDAD SÍSMICA .....	60
3.2 TOMA DE DATOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS ENSAYO DEL ESCLERÓMETRO .....	61
3.2.1 RESULTADOS DEL ENSAYO .....	62
<b>4 CAPÍTULO IV: MODELACIÓN.....</b>	<b>65</b>
4.1 CONSIDERACIONES DE ELEMENTOS Y MATERIALES.....	65
4.1.1 CARGAS QUE SE ANALIZARON EN EL MODELO .....	65
4.1.2 CONSIDERACIONES DE NORMATIVA UTILIZADA .....	65
4.2 MODELO A ESTÁTICO LINEAL.....	66
4.2.1 DIMENSIONES DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	67
4.2.2 CARGAS MODELO A .....	67
4.2.2.1 CARGA PESO PROPIO DE LA ESTRUCTURA .....	67
4.2.2.2 CARGA SOBRE IMPUESTA PESO PROPIO DE ESTRUCTURA.....	68
4.2.2.3 CARGA VIVA .....	68
4.2.3 CÁLCULO DE ESPECTRO DE DISEÑO Y CORTANTE BASAL V .....	69
4.2.3.1 ESPECTROS DE DISEÑO .....	70
4.2.4 MODELACIÓN DE LOS ELEMENTOS.....	70
4.2.4.1 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES .....	73
4.2.4.2 MOMENTOS DE INERCIA UTILIZADOS.....	76
4.2.4.3 INGRESO DEL ESPECTRO DE RESPUESTA.....	77
4.2.4.3 DEFINICIÓN DE COMBINACIONES DE CARGA.....	78
4.2.4.4 ASIGNACIÓN DE ELEMENTOS A LA ESTRUCTURA.....	80
4.2.4.5 RESULTADOS MODELOS.....	82
4.3 MODELO B MODAL ESPECTRAL .....	84
4.3.1 DIMENSIONES DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	85
4.3.2 CARGAS MODELO B .....	85
4.3.2.1 CARGA PESO PROPIO DE LA ESTRUCTURA .....	85
4.3.2.2 CARGA SOBRE IMPUESTA PESO PROPIO DE ESTRUCTURA.....	86
4.3.2.3 CARGA VIVA .....	86
4.3.3 CÁLCULO DE ESPECTRO DE DISEÑO Y CORTANTE BASAL V .....	87
4.3.3.1 ESPECTROS DE DISEÑO .....	87
4.3.4 MODELACIÓN DE LOS ELEMENTOS.....	88
4.3.4.1 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES .....	91
4.3.4.2 MOMENTOS DE INERCIA UTILIZADOS.....	94
4.3.4.3 INGRESO DEL ESPECTRO DE RESPUESTA.....	95
4.3.4.3 DEFINICIÓN DE COMBINACIONES DE CARGA.....	96

4.3.4.4 ASIGNACIÓN DE ELEMENTOS A LA ESTRUCTURA.....	98
4.3.4.5 RESULTADOS MODELOS.....	100
5. CAPÍTULO: V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	104
5.1 CONCLUSIONES.....	104
6.2 RECOMENDACIONES.....	107
6.3 Bibliografía.....	108
6.1 ANEXOS 1 ESCLEROMETRÍA .....	110
6.2 ANEXOS 2 FORMULARIO EVALUACIÓN SÍSMICA.....	116

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Coordenadas de Ubicación del Proyecto .....	9
Tabla 2	Sismos históricos de magnitud mayor a 7 en el Ecuador .....	13
Tabla 3	Fuentes de Subducción .....	14
Tabla 4	Módulo de Elasticidad Concreto Quito .....	25
Tabla 5	Valores del factor Z.....	28
Tabla 6	Tipología del Sistema Estructural.....	41
Tabla 7	Puntajes Básicos Modificadores S.....	42
Tabla 8	Tipos de Sistemas Estructurales Descripción .....	42
Tabla 9	Altura de la Edificación .....	43
Tabla 10	Irregularidades Verticales .....	44
Tabla 11	Irregularidades Verticales .....	45
Tabla 12	Irregularidades en Planta .....	46
Tabla 13	Código de la Construcción .....	47
Tabla 14	Tipos de Suelo .....	48
Tabla 15	Grado de Vulnerabilidad sísmica .....	48
Tabla 16	Lectura esclerómetro para Viga 3 eje A-D .....	63
Tabla 17	Resultado corrección de esclerómetro .....	64
Tabla 18	Resultados esclerómetro total.....	64
Tabla 19	Dimensiones de Elementos Estructurales .....	67
Tabla 20	Carga Muerta de elementos.....	68
Tabla 21	Cargas Permanentes .....	68
Tabla 22	Carga Viva .....	69
Tabla 23	Parámetros Diseño Cortante Basal V.....	69
Tabla 24	Dimensiones de Elementos Estructurales .....	85
Tabla 25	Carga Muerta de elementos.....	86
Tabla 26	Cargas Permanentes .....	86
Tabla 27	Carga Viva .....	87
Tabla 28	Parámetros Diseño Cortante Basal V.....	87

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Módulo de Elasticidad del Concreto .....	25
Ecuación 2 Cortante Basal V .....	35
Ecuación 3 Coeficiente Basal V .....	36
Ecuación 4 Periodo de Vibración.....	36
Ecuación 5 Ecuación de Corrección de Edad .....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Conjunto Residencial "Urbanización San Gregorio" Av. Manuel Córdova Galarza y Pedro Porras.....	8
Figura 2 Ubicación Geográfica de "Urbanización San Gregorio" .....	9
Figura 3 Diagrama de Sismología.....	12
Figura 4 Sismos históricos de magnitud mayor a 7 en el Ecuador, o cerca del territorio ecuatoriano.....	13
Figura 5 Subducción en Ecuador.....	14
Figura 6 Tipo de fallas corticales .....	15
Figura 7 Esquema general de la falla bajo Quito .....	15
Figura 8 Factores de Riesgo sísmico.....	16
Figura 9 Ejemplo de Curva Fragilidad.....	20
Figura 10 Metodología generar Curvas de fragilidad .....	20
Figura 11 Curva de Capacidad Proyecto GEM-SARA .....	21
Figura 12 Curva de Capacidad tipología I.....	21
Figura 13 Curva de Capacidad tipología I I.....	22
Figura 14 Curva de Capacidad tipología III.....	22
Figura 15 Curva de Capacidad tipología IV .....	23
Figura 16 Tipologías Proyecto GEM-SARA .....	23
Figura 17 Módulo de Elasticidad Materiales .....	24
Figura 18 Módulo de Elasticidad del Concreto.....	24
Figura 19 Combinaciones de Carga no sísmicas.....	26
Figura 20 Microzonificación Sísmica.....	27
Figura 21 Mapa de zona sísmica .....	28
Figura 22 Fa. Coeficiente de amplificación de suelo en zona periodo corto....	29
Figura 23 Fd : desplazamiento para diseño en roca .....	29
Figura 24 FS: Comportamiento no Lineal .....	30
Figura 25 Diseño de espectro Elástico de diseño .....	31
Figura 26 Componentes Espectro sísmico elástico .....	32
Figura 27 Determinación de Espectro elástico de diseño .....	32
Figura 28 Espectro Elástico de diseño de Desplazamientos.....	32
Figura 29 Tipo de Uso destino e Importancia .....	33
Figura 30 Límites permisibles de las derivas .....	34
Figura 31 Separación de estructuras .....	34
Figura 32 Sistemas Estructurales factor de Reducción.....	35
Figura 33 Análisis Modal Espectral.....	37
Figura 34 Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras .....	38
Figura 35 Planificación Formulario NEC .....	39
Figura 36 Parámetros de las variables .....	39
Figura 37 Datos Informativos Guía Evaluación Sísmica .....	41
Figura 38 Factores influyen esclerómetro .....	49
Figura 39 Ventajas y Desventajas Esclerómetro.....	50
Figura 40 Esquema Esclerómetro.....	50

Figura 41 Esclerómetro .....	51
Figura 42 Elementos Esclerómetro .....	51
Figura 43 Identificación elementos estructurales .....	52
Figura 44 Identificación Elementos Estructurales 2 .....	53
Figura 45 Gráfica de resistencia hormigón -Ensayo esclerómetro .....	54
Figura 46 Factor corrección años esclerómetro .....	55
Figura 47 Formulario en Campo de Esclerómetro. ....	56
Figura 48 Ejemplo de Guía de Evaluación Sísmica .....	58
Figura 49 Resultados Generales Formulario NEC .....	59
Figura 50 Número de Pisos .....	59
Figura 51 Clasificación de acuerdo tipo de suelo .....	60
Figura 52 Grado de Vulnerabilidad Sísmica.....	60
Figura 53 Localización de Ensayo Esclerómetro .....	61
Figura 54 Formulario de Ensayo.....	62
Figura 55 Grilla de Esclerómetro .....	63
Figura 56 Dimensiones Modelo A .....	66
Figura 57 Ejes Modelo A .....	67
Figura 58 Espectro de Diseño .....	70
Figura 59 Definición de Ejes .....	71
Figura 60 Grid Modelo .....	71
Figura 61 Ejes de Elementos.....	72
Figura 62 Asignación de Restricciones.....	72
Figura 63 Definición de Material Concreto de Columnas .....	73
Figura 64 Definición de Módulo de Elasticidad del Concreto .....	74
Figura 65 Acero de Refuerzo en Columnas y Vigas cuantía mínima de armado .....	74
Figura 66 Creación de Secciones de Vigas .....	75
Figura 67 Momentos de inercia en Columnas.....	76
Figura 68 Momentos de inercia en Vigas.....	76
Figura 69 Espectro de Respuesta Modelo .....	77
Figura 70 Definición de Casos de Carga .....	78
Figura 71 Definición de Excentricidad 10%.....	78
Figura 72 Definición Casos de Carga .....	79
Figura 73 Combinaciones de Carga NEC-DS-15.....	79
Figura 74 Combinaciones de Carga .....	80
Figura 75 Asignación de elementos estructurales.....	80
Figura 76 Comprobación de Asignación de Cargas.....	81
Figura 77 Asignación de Restricciones Diafragmas .....	81
Figura 78 Base Reacciones.....	82
Figura 79 Participación Ratios Masa .....	82
Figura 80 Periodos y Modos de Vibración. ....	83
Figura 81 Control Derivas Modo A $S_x$ y $S_y$ .....	84
Figura 82 Diagrama Fuerza Cortante Modelo A.....	
Figura 83 Dimensiones Modelo B .....	85
Figura 84 Espectro de Diseño .....	88
Figura 85 Definición de Ejes .....	88



Figura 86 Grid Modelo .....	89
Figura 87 Ejes de Elementos .....	90
Figura 88 Asignación de Restricciones .....	90
Figura 89 Definición de Material Concreto de Columnas .....	91
Figura 90 Definición de Módulo de Elasticidad del Concreto .....	92
Figura 91 Acero de Refuerzo en Columnas y Vigas cuantía mínima de armado .....	92
Figura 92 Creación de Secciones de Vigas .....	93
Figura 93 Momentos de inercia en Columnas .....	94
Figura 94 Momentos de inercia en Vigas .....	94
Figura 95 Espectro de Respuesta Modelo .....	95
Figura 96 Definición de Casos de Carga .....	96
Figura 97 Definición de Excentricidad 10%.....	96
Figura 98 Definición Casos de Carga .....	97
Figura 99 Combinaciones de Carga NEC-DS-15.....	97
Figura 100 Combinaciones de Carga .....	98
Figura 101 Asignación de elementos estructurales.....	98
Figura 102 Comprobación de Asignación de Cargas.....	99
Figura 103 Asignación de Restricciones Diafragmas.....	99
Figura 104 Base Reacciones.....	100
Figura 105 Participación Ratios Masa .....	100
Figura 106 Periodos y Modos de Vibración. ....	101
Figura 107 Control Derivas Modo A Sx y Sy.....	102
Figura 108 Cortantes Modelo B .....	
Figura 109 Porcentaje de Cuantías Modelo B.....	103
Figura 110 Columna Fuerte Viga Débil.....	103
Figura 111 Limpieza de Superficie.....	110
Figura 112 Limpieza de elementos estructurales 2 .....	111
Figura 113 Piedra Porosa .....	111
Figura 114 Medición de elementos estructurales .....	112
Figura 115 Colocación de Malla de 25 mm.....	113
Figura 116 Esclerómetro .....	114
Figura 117 Temperatura ambiente.....	114
Figura 118 Nivelación de esclerómetro.....	115
Figura 119 Resultado de esclerómetro .....	115

# **1 CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

## **1.1 INTRODUCCIÓN**

La construcción informal es una de las principales problemáticas que existe en la ciudad de Quito. El riesgo sísmico que existe en la zona, es una de las amenazas constante a este tipo de construcciones, ya que no existen datos sobre la resistencia estructural de las edificaciones de estudio.

Los parámetros físicos de las construcciones pueden ser cuantificados mediante la aplicación de la guía práctica de evaluación sísmica. Las edificaciones se clasifican en función del grado de vulnerabilidad que presentan. La caracterización de estos elementos nos indica el sistema estructural que predomina en el sector de investigación.

El presente trabajo de titulación tiene como finalidad ayudar a obtener una fuente de información real, sobre la vulnerabilidad sísmica del sector del barrio San Gregorio, Pusuquí de la ciudad de Quito. Mediante la clasificación de diferentes tipologías de viviendas que presente el sector.

Para lo cual se va a realizar un análisis lineal de las 2 tipologías mas comunes en el sector de estudio, para conocer la respuesta sísmica que tienen estas estructuras a un sismo de diseño de acuerdo a los parámetros que se definen en la norma ecuatoriana de la construcción (NEC-DS-15). La resistencia al hormigón va a ser determinada por el ensayo de esclerometría de las construcciones.

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

La ciudad de Quito necesita tener un control en los diferentes tipos de riesgos que se pueden presentar, uno de estos tipos de amenazas es la vulnerabilidad sísmica que puede presentar dentro del distrito metropolitano, en esta zona se concentra la mayoría de edificaciones. Para minimizar el impacto se identifican las variables que afectan las diferentes construcciones y así poder mitigar estos problemas para reducir el índice de riesgo.

Existen varios factores por las que las personas construyen de manera irregular, entre las principales son los factores económicos, tramitología en los tramites, desconocimiento, etc. Debido a esto el porcentaje de construcciones informales dentro de la ciudad es más de 50 %. Esto es un problema, porque afecta directamente a los usuarios, porque no cumplen con las especificaciones técnicas requeridas por la Norma Ecuatoriana. Y en un eventual movimiento telúrico no se conoce la realidad sísmica que vive la ciudad.

EL presente trabajo de investigación está encaminado a clasificar los casos de tipologías más comunes que se ven en el sector de Pusuqui, analizarlas con el método lineal estático con la ayuda del programa computacional SAP 2000. Para generar información de valor para el sector Pusuqui, Quito. Con los resultados se conoce el grado de vulnerabilidad sísmica en el barrio San Gregorio, Pusuquí y cuál es la respuesta sísmica a un espectro de diseño en base a la normativa vigente.

### 1.3 TRABAJOS PREVIOS SOBRE EL TEMA

Varios proyectos que tratan la vulnerabilidad sísmica en la ciudad de Quito, los análisis de estos proyectos están enfocados al desempeño sísmico que tienen las construcciones a las normativas ecuatorianas. Se analiza el proceso que se utilizó con relación al levantamiento de información de las edificaciones, los parámetros utilizados para la cuantificación de datos, propiedades físicas y mecánicas de los materiales que utilizaron para el diseño de elementos estructurales. A continuación, se enlista varios proyectos que relacionan la información que va a contribuir a presente trabajo.

- Vulnerabilidad sísmica de Quito Ecuador, fase I: curvas de capacidad de las tipologías estructurales, Proyecto GEM – SARA
- Vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito, Robert d’Ercole, Pascale Metzger.
- Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Quito – Ecuador y riesgo de pérdida, Chávez Ordoñez Blanca Adriana. (2016)
- Aplicación del capítulo de riesgo sísmico, evaluación, rehabilitación de estructuras NEC-se-re, para una evaluación técnico visual de las estructuras de la zona 2 de peligro ante una posible erupción del volcán Cotopaxi y sismos, Llor Cañizares Daniela Fernanda, Mosquera Enríquez Hernán Paúl. 2016
- Estrada Arana, K. P. & Vivanco Pesantez, N. A. (2019). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica, análisis estructural y diseño del reforzamiento de una vivienda de tres pisos ubicada en el norte de Quito - Ecuador. 209 hojas. Quito: EPN.

## 1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los índices de recurrencia de eventos sísmico dentro del Distrito Metropolitano de Quito, son altos dada la ubicación geográfica de la ciudad. Amplificados por las fallas geológicas que se encuentran cerca del sector. Por lo cual es muy importante tomar conciencia y una cultura de prevención sísmica para mitigar los daños producidos por estos eventos.

La implementación de normas ayuda a direccionar los esfuerzos realizados por los constructores y diseñadores de los proyectos. Para obtener mejorar la filosofía de diseño y la más adecuada para el medio. Dentro de este proceso de es de vital importancia, la investigación, evaluación de elementos previos. Estos procesos son indicadores de las ventajas y desventajas de los códigos de la construcción implementados.

Se debe evaluar estos parámetros con cierta regularidad para medir la eficiencia de la normativa, dentro de este proceso de aportación de información. Es necesario categorizar el desempeño sísmico de varias zonas, dependiendo de su tipología estructural, tipo de suelo, uso de edificación, grado de vulnerabilidad sísmica, respuesta sísmica del sector. La facilidad de acceso a esta información puede mejorar los planes de mitigación de daños o reforzamientos sísmicos.

Analizar los formularios de guía de evaluación rápida utilizados por la norma ecuatoriana, permiten diagnosticar las ventajas y desventajas de este sistema de evaluación y medir las variables que forman parte de este formulario.

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la vulnerabilidad sísmica de las diferentes tipologías de estructuras en el sector Pusuqui Quito -Ecuador, utilizando la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC SE-RE, 2015)

### **1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Aplicar la guía práctica de evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, mediante la utilización de formularios en el sitio de estudio, para determinar el grado de vulnerabilidad de las edificaciones.
- Realizar el ensayo del esclerómetro en edificaciones, para medir la resistencia a la compresión de elementos estructurales que forman parte de tipologías más comunes de construcciones.
- Analizar mediante el modelo estático lineal dos estructuras, con la implementación de parámetros sísmicos de la norma ecuatoriana NEC-DS-2015, para la determinación de la respuesta sísmica del sector, su desplazamiento, y posibles comportamientos de la estructura.

## **1.6 ALCANCE**

El proyecto de titulación, determinara el grado de evaluación de vulnerabilidad sísmica del barrio San Gregorio, Pusuquí, Quito. Mediante la implementación de la guía práctica para evaluación sísmica. Los resultados de este formulario caracterizaran la tipología estructural más recurrente. Mediante el ensayo no destructivo del esclerómetro se identificará la resistencia al hormigón de los elementos estructurales. Esta información es base para el modelo de análisis estático lineal, mediante el programa computacional SAP 2000. El comportamiento del modelo de la estructura se analizará si cumple con los parámetros actuales de la normativa NEC-DS-2015.

## **1.7 LIMITACIONES**

Los parámetros de variables del formulario de guía sísmica se pueden determinar de manera visual, sin embargo, algunas de estas variables necesitan información estructural estos datos son proporcionados por los propietarios. La situación actual de restricciones de movilidad y bioseguridad por Pandemia dificultan la recopilación de información.

El análisis estático lineal de las construcciones es de carácter informativo, por lo cual no se van a realizar predimensionamiento de elementos estructurales. La normativa es la NEC-DS-2015, y modelación en el programa computacional SAP-2000 del código ACI 318-14.

## **1.8 HIPÓTESIS**

La guía de evaluación de vulnerabilidad sísmica de las estructuras, se determina mediante el levantamiento de información en campo de los elementos estructurales de las construcciones, características físicas y de diseño. Mediante ensayos no destructivos se conoce la resistencia de compresión del hormigón. El método del análisis lineal mediante el uso del programa computacional SAP 2000 determina el comportamiento de la estructura.

## **1.9 DEFINICIÓN DE VARIABLES**

### **1.9.1 VARIABLES DEPENDIENTES**

Formulario de Identificación Edificaciones NEC-15

Tipología Estructural

### **1.9.2 VARIABLES INDEPENDIENTES**

Sistema Estructural

Tipo de Materiales

Topografía del Sitio

Característica del Suelo Normativa

Análisis lineal

### **1.9.3 RELACIÓN ENTRE VARIABLES**

Las variables independientes aportan datos en la modelación del análisis estático lineal. Los resultados del formulario de evaluación rápida determinan cual estructura es predominante en las características físicas.



## 2 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 ÁREA DE INFLUENCIA



*Figura 1 Conjunto Residencial "Urbanización San Gregorio" Av. Manuel Córdova Galarza y Pedro Porras.*

*Fuente: Google Earth Pro, 2020.*

El sector de estudio del presente proyecto se encuentra en el barrio "Urbanización San Gregorio", en la parroquia Pomasqui, cantón Quito, provincia Pichincha. Los límites del área de influencia del proyecto son las calles F al norte, calle "Emilio Estrada" al este, calle "Pedro Porras" al oeste, y la Av. Manuel Córdova Galarza al sur. Con un área total de 8.75 hectáreas y un perímetro de 1370 metros.

En la Figura 2 se encuentra la ubicación del barrio "Urbanización San Gregorio". Las coordenadas geográficas tomadas del programa Google Earth Pro 2020, adjuntas en la Tabla 1.



*Figura 2 Ubicación Geográfica de "Urbanización San Gregorio"*

*Fuente: Google Earth Pro, 2020.*

<b>Punto</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
<b>1</b>	0° 4' 23.80" S	78° 28' 44.16" W
<b>2</b>	0° 4' 20.75" S	78° 28' 47.52" W
<b>3</b>	0° 4' 25.20" S	78° 28' 44.83" W
<b>4</b>	0° 4' 21.16" S	78° 28' 39.85" W

*Tabla 1 Coordenadas de Ubicación del Proyecto*

*Fuente: (Correa N, 2021)*

### **2.1.1 DESCRIPCIÓN DEL SECTOR**

El diseño del barrio “Urbanización San Gregorio” nace a mediados de los años 1990, como una alternativa a la necesidad de vivienda que se vivía en el sector, por la alta demanda de alojamientos que generaba la Escuela Superior de Policía “Gral. Alberto Enríquez Gallo”. (PNE, 1990)

Varios de los terrenos son de aproximadamente 300 m<sup>2</sup>, el diseño del lugar cuenta con una extensa cantidad de áreas verdes. Estos limitaban al norte con el cerro de Uyachul, al este con la quebrada seca que forma con la Escuela Superior de Policía. La ocupación del suelo del sector es de tipo residencial urbano, con una limitación de construcción vertical de máximo 4 pisos.

Las construcciones típicas del sector son residenciales, elaboradas en su mayoría de hormigón armado, con mampostería de bloque, varios tipos de inclinaciones de cubiertas con losas de hormigón. Estas no superan los 4 pisos, aunque en su gran totalidad no excede los 2 pisos.

Con el desarrollo socioeconómico y crecimiento poblacional del sector, algunos propietarios han optado por ampliar estas edificaciones residenciales, aumentando secciones en planta, como en elevación. Para lo cual utilizan elementos más livianos de otro tipo de materiales. Pese a esto estos casos no superan el 10 % de la muestra del presente proyecto.

## **2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.2.1 SISMICIDAD**

La sismicidad es el estudio del comportamiento de la actividad sísmica de algún lugar en específico, dependiendo de sus características como la frecuencia e intensidad de las mismas. Esto contribuye a la generación de mapas o guías, para conocer los eventos probables en un futuro, y así preparar planes de mitigación para los efectos producidos por los mismos. (GUERRERO, 2007)

La actividad sísmica se produce por la liberación de energía acumulada que se transmite en forma de ondas por toda la corteza terrestre, esto produce movimientos en diferentes zonas del terreno. Ecuador se encuentra en la zona del cinturón de fuego, y también junto a 2 placas tectónicas que son la sudamericana y la de Nazca. Esto aumenta la probabilidad de que un evento sísmico tenga recurrencia.

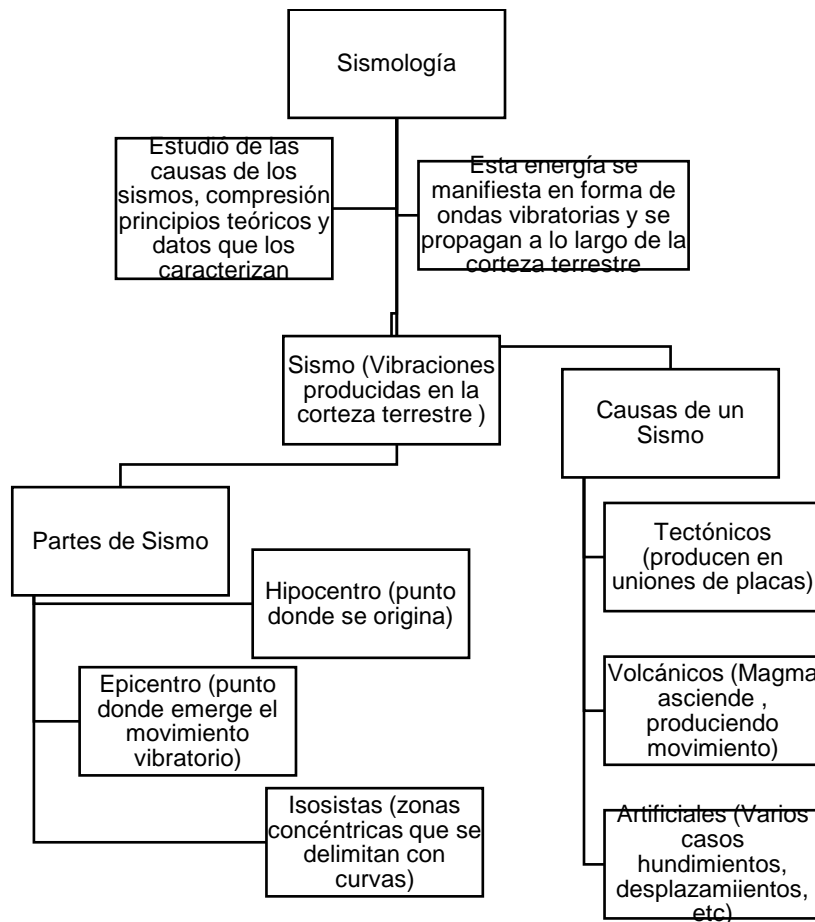


Figura 3 Diagrama de Sismología

Fuente: (GUERRERO, 2007)

### 2.2.1.1 SISMICIDAD EN ECUADOR

El Ecuador se encuentra en una zona de alto peligro sísmico que se encuentra regido por 2 tipos de fuentes sísmicas: subducción (interplaca-intraplaca) y del segundo tipo corticales (superficiales). Cada uno de estos casos se originan por la acumulación y liberación de energía. (Pablo Quinde Martinez, Eduardo Reinoso Angulo, 2016)

Esto produce que en la parte continental del Ecuador se produzcan sismos de magnitud leve, pero también que exista una alta probabilidad que se registren eventos de mayores magnitudes como se presenta en la figura 4, donde la mayoría de estos son producidos por el fenómeno de la subducción.

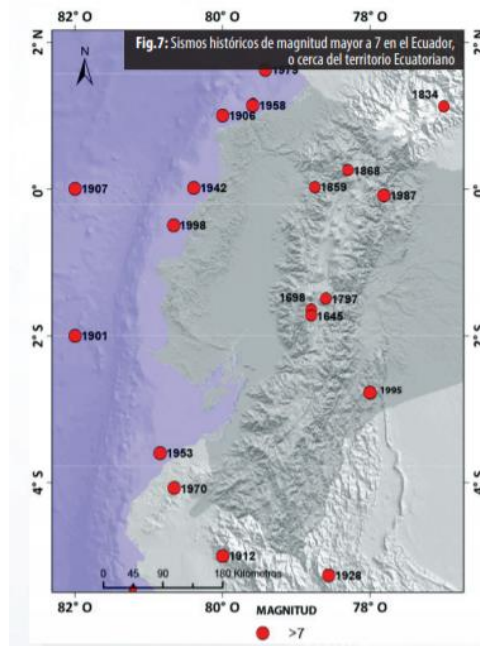


Figura 4 Sismos históricos de magnitud mayor a 7 en el Ecuador, o cerca del territorio ecuatoriano

Fuente: Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional.

- 1906 - Esmeraldas (8.8 Mw) Costas afuera de Mompiche
- 1942 - Manabí (7.8Mw) Pedernales
- 1958 - Manabí (7.8 Mw) Pedernales
- 1979 - Esmeraldas (8.1Mw) Costas afuera de San Lorenzo
- 2016 - Manabí (7.8 Mw) Pedernales

Tabla 2 Sismos históricos de magnitud mayor a 7 en el Ecuador

Fuente: Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional.

La subducción, son los sismos que se producen por el roce entre la placa de nazca que subduce bajo la placa Sudamericana a lo largo de su zona de convergencia. Estas placas no se desplazan libremente están bloqueadas una contra la otra y cuando la resistencia de estas rocas se rompe producen el evento sísmico. Puede que también se produzca la actividad volcánica, porque las grietas que se generan producen que ascienda el magma a la superficie. (Nacional, 2003)

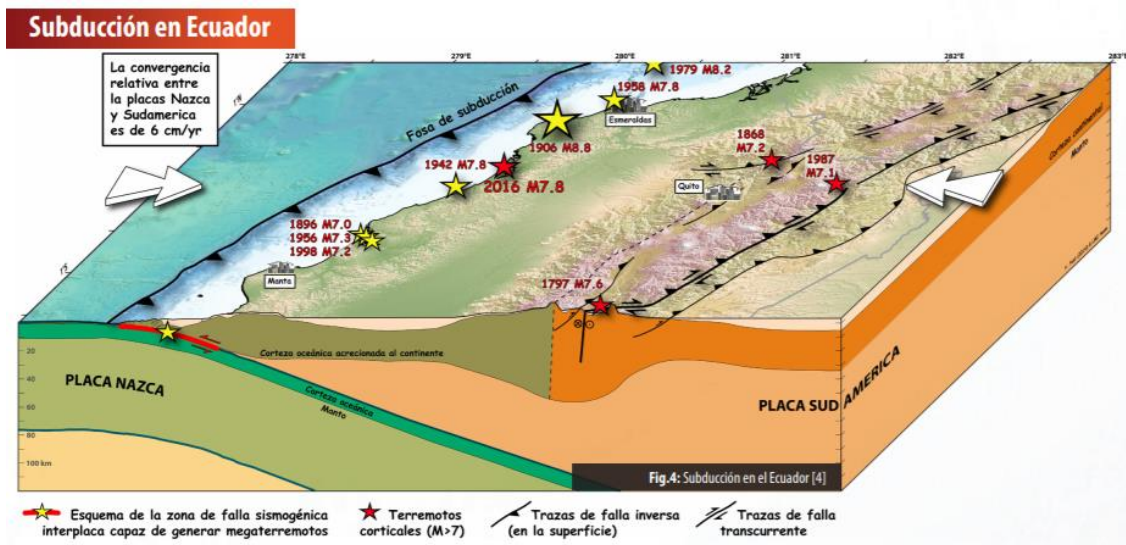


Figura 5 Subducción en Ecuador

Fuente: Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional.

Las principales fuentes de subducción que existen en país son las siguientes:

ID	Nombre	Tipo de falla
1s	Carnegie	Indeterminado
2s	Tumaco-Esmeraldas	Interplaca
3s	Grijalva	Indeterminado
4s	Ibarra	Intraplaca
5s	Malpelo	Indeterminado
6s	Manta	Interplaca
7s	Moyobamba	Intraplaca
8s	Puyo	Intraplaca
9s	Salinas	Interplaca
10s	Sechura	Interplaca

Tabla 3 Fuentes de Subducción

Fuente: Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional.

Estas generan diferentes tipos de fallas que dependen de la disposición de las placas y su interacción entre ambas.

### 2.2.1.2 SISMICIDAD EN QUITO

En la ciudad de Quito se identifican que los sismos tectónicos pueden presentarse de los estos tipos de fuentes (subducción y corticales). Se denominan como fallas corticales cuando las estructuras de fallamiento que ocurren en la superficie terrestre, se presentan por el movimiento de bloques que se intentan sobreponerse uno sobre otro bloque. Esta falla está a lo largo de toda la ciudad, específicamente en las intersecciones de Quito con sus valles. La forma de la falla es inversa por que el bloque de Quito intenta levantarse sobre el de los valles. (Robert d'Ércole, 2004)

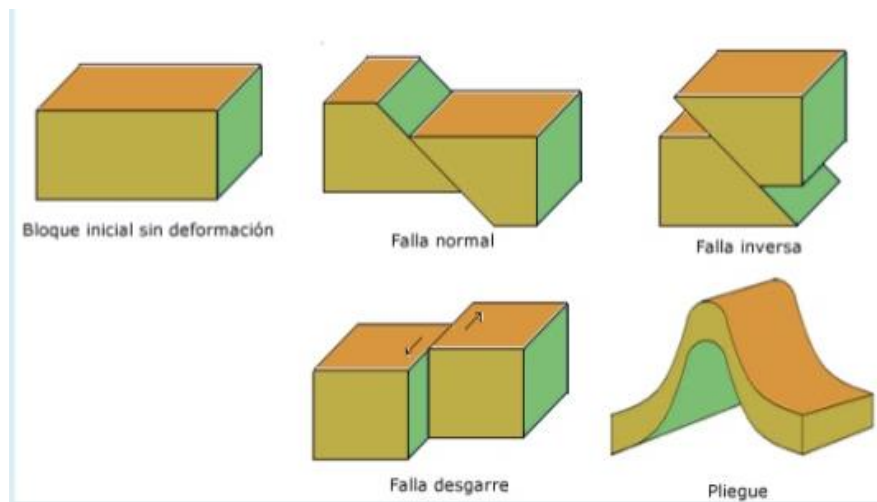


Figura 6 Tipo de fallas corticales

Fuente: Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional.

Esquema general de la falla bajo la capital

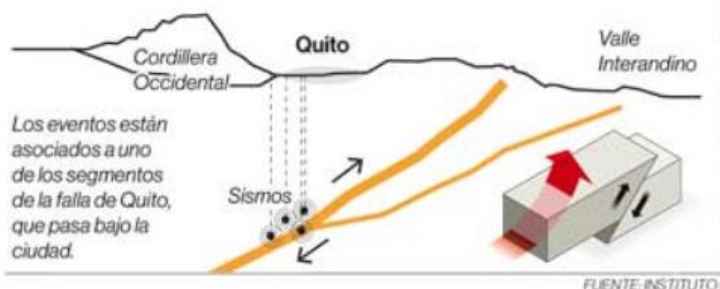


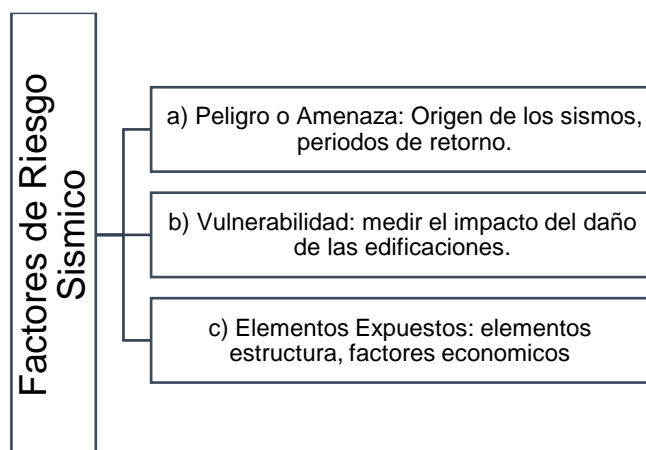
Figura 7 Esquema general de la falla bajo Quito

Fuente: Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional.



### 2.2.1.3 RIESGO SÍSMICO

El riesgo sísmico es la posibilidad que se produzca un evento que cause daño, pérdidas humanas, materiales, económicas y sociales. Estos eventos pueden producirse por causas naturales o artificiales que generan un impacto negativo a las personas como infraestructuras. (Armas, 2017). Estos se conforman por tres factores: a) Peligro o Amenaza, b) Vulnerabilidad, c) Elementos expuestos



*Figura 8 Factores de Riesgo sísmico*

**Fuente:** Selección de Ecuaciones de Atenuación (GMPEs), Compatibles con el sistema de fallas de Quito.

### 2.2.2 VULNERABILIDAD SÍSMICA

En un mismo sector dependiendo de la tipología estructural algunas construcciones presentan daños más severos que otras, el daño que sufre una edificación o estructura, ocasionado por un evento sísmico de determinadas características se conoce como vulnerabilidad. A partir de las interacciones que el sismo presenta con las estructuras se observar que algunas son más vulnerables o menos vulnerables. Para determinar el grado de vulnerabilidad sísmica intervienen varios factores: la zona en donde se produce el evento sísmico, la transferencia de fuerzas en la parte de cimentación, los materiales que se usaron en las estructuras. Por esta razón es importante medir el impacto

que un sismo puede producir en una edificación. (Fabricio Yepez, Alex Barbat, Jesus Canas, 1995)

La vulnerabilidad sísmica se define como la predisposición que una estructura a sufrir daño ante la ocurrencia de un evento sísmico, y estas varían dependiendo de las características físicas y de filosofía de diseño de los elementos. Este concepto se aplica para mitigar los desastres por sismos, se produce mediante la toma de acciones y observando el comportamiento en la zona de influencia, con el fin de reducir todos los probables daños producidos, por lo tanto es necesario identificar las amenazas (condiciones del suelo, posibles asentamientos, deslizamientos) y no repetirlos en futuras construcciones. Sin embargo, para construcciones existentes se debe analizar cada caso y plantear una intervención directa sobre los elementos que pueden presentar vulnerabilidad. (Bonett Díaz, 2003)

La filosofía de diseño con la que construyó el elemento es fundamental a la hora de evaluar y definir los mecanismos y acciones de refuerzo necesarios para mitigar los daños probables que pueden presentarse, una vez evaluado el espacio de estudio se debe aplicar las correcciones en nuevas construcciones, cambiando el planteamiento de nuevos diseños adaptando a las necesidades requeridas para en sector. Este proceso debe ser conjunto con autoridades locales para que se pueda trabajar en conjunto en disminuir los efectos de movimientos sísmicos y que así se mejore el desempeño de los elementos estructurales de una construcción.

Existen varios métodos que para medir el grado de vulnerabilidad sísmica de una construcción, estos califican a las estructuras de diferentes maneras dependiendo de las características físicas del elemento. Existen varias propuestas que cada región utiliza dependiendo sus necesidades, en el presente trabajo de investigación se implementa la guía práctica de evaluación sísmica de conformidad a norma ecuatoriana de la construcción. En Quito la cantidad de edificaciones con un bajo control en el diseño y construcción es bastante alto, por lo cual es necesario tener un control de los efectos que pueden producirse por un movimiento sísmico.

La aplicación de la guía de evaluación sísmica en todo el distrito metropolitano debe proporcionar información útil del sector, para que los elementos a construirse sean funcionales y también brinden seguridad. Este proceso es en coordinación con el constructor, diseñador e inspector municipal. Estas decisiones pueden hacer que se tomen acciones de rehabilitación o demolición de edificios peligrosos, así como también cuidar que se cumpla la normativa. Los aspectos que considera la guía de evaluación es la naturaleza del proyecto, filosofía de diseño y condiciones físicas. Culminando con una valoración en base a los aspectos descritos. Se pueden aplicar métodos cualitativos y cuantitativos para determinar el grado de vulnerabilidad sísmica. (Bonett Díaz, 2003)

### **2.2.2.1 MÉTODOS ANALÍTICOS**

El método analítico se basa en cuantificar los estudios de laboratorios esto no quiere decir necesariamente que sean los más precisos. Se basan en un modelo que mide el análisis dinámico de la estructura, con lo cual se identifica el proceso de plastificación en cada momento y su posterior falla. Esto depende de la complejidad de los modelos utilizados y la evaluación del proceder de la edificación. (LOPERA, J., Ramírez, C., Zuluaga, M., & Ortiz, J., 2010)

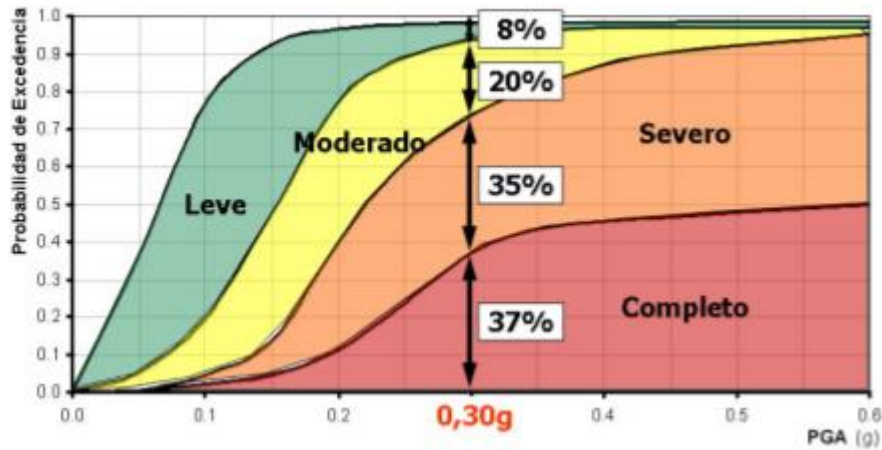
### **2.2.2.2 MÉTODOS CUALITATIVOS**

El método cualitativo es el estudio de vulnerabilidad de un grupo de construcciones, estos se basan en modelos que sean más rápidos y sencillos. Se califican el grado de vulnerabilidad, con lo cual se identifican las estimaciones y el comportamiento de un sector. Este método se utilizará para realizar el presente trabajo de titulación la guía de edificaciones de la norma ecuatoriano dispone este concepto para dar una valoración del grado de vulnerabilidad. (Taylor, S. J., & Bogdan, R. , 1987)

### **2.2.3 CURVAS DE FRAGILIDAD**

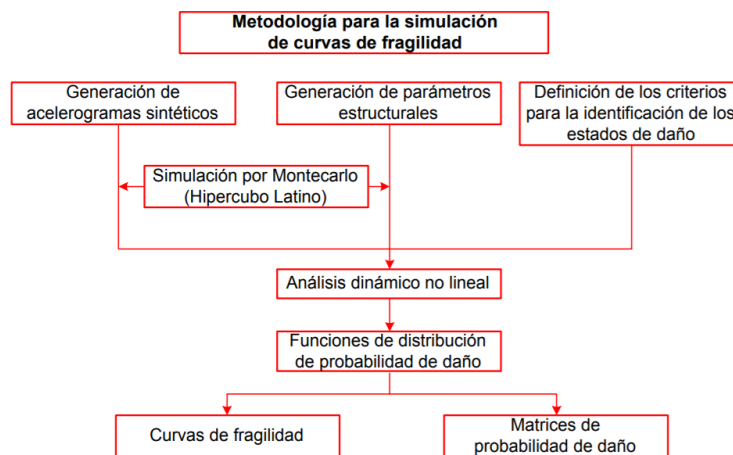
Las curvas de fragilidad miden la probabilidad de que una estructura sobrepase un determinado daño, en relación con los elementos que miden los sismos. Con esto se obtiene datos de riesgo sísmico de zonas donde existen varias construcciones con una similitud en su diseño estructural. Estas se pueden generar mediante observación en campo y estos datos utilizándolos de manera analítica.

En la siguiente figura se observa los elementos que conforman la curva de fragilidad: PGA (aceleración), la intensidad de sismo, y la relaciona con la probabilidad de ocurrencia de un daño se dan por la siguiente ilustración. En el ejemplo se visualiza que para una aceleración de 0.3g, se obtiene un 37% que la edificación presente un daño completo. (José Velásquez, Marcial Blondet, 2003).



*Figura 9 Ejemplo de Curva Fragilidad*  
**Fuente:** (José Velásquez, Marcial Blondet, 2003)

La aplicación del procedimiento consiste en generar la mayor cantidad de respuesta de la demanda sísmica de las edificaciones en la zona de interés de nuestro proyecto, cada vez cambiando los parámetros de aceleración sísmico. Este procedimiento se construyen funciones de probabilidad para el evaluar el daño generado. Con estos datos se construye las curvas de fragilidad. (José Velásquez, Marcial Blondet, 2003)



*Figura 10 Metodología generar Curvas de fragilidad*  
**Fuente:** (José Velásquez, Marcial Blondet, 2003)

### 2.2.3.1 CURVAS DE FRAGILIDAD UTILIZADAS PROYECTO GEM-SARAH

El proyecto GEM-SARA es un estudio de vulnerabilidad sísmica en la ciudad de Quito utilizando curvas de capacidad de algunas tipologías encontradas en la ciudad, este proyecto analiza una muestra de 11556 unidades estructurales, entre las cuales hay 4 tipologías más recurrentes. Para cada una de estas estructuras tienen diferentes curvas de capacidad que se dividen en la siguiente figura: (Carlos Celi, Juan Carlos Pantoja, Diego Sosa, Carlso Ayala, 2018)

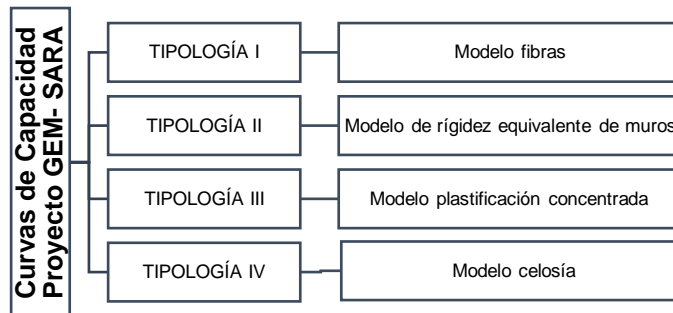


Figura 11 Curva de Capacidad Proyecto GEM-SARA

Fuente: (Carlos Celi, Juan Carlos Pantoja, Diego Sosa, Carlso Ayala, 2018)

El comportamiento de las curvas de fragilidad depende de que técnica se utiliza para analizarlas en este caso se utilizaron No lineal o Push Over. Realizan cálculos hasta encontrar la estabilidad numérica para cada dato. Las construcciones investigadas en el proyecto GEM-SARA son de baja altura, por lo cual la forma de la carga lateral tiene una distribución triangular.

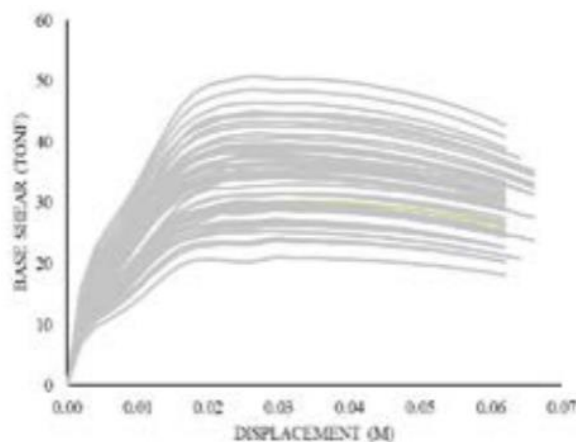
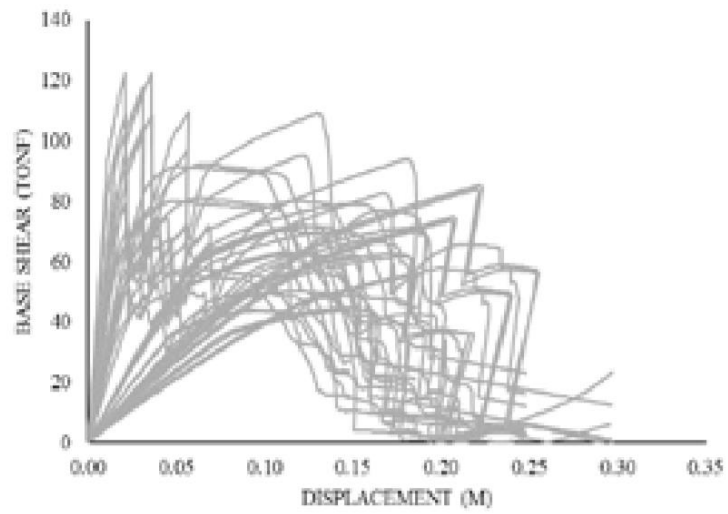


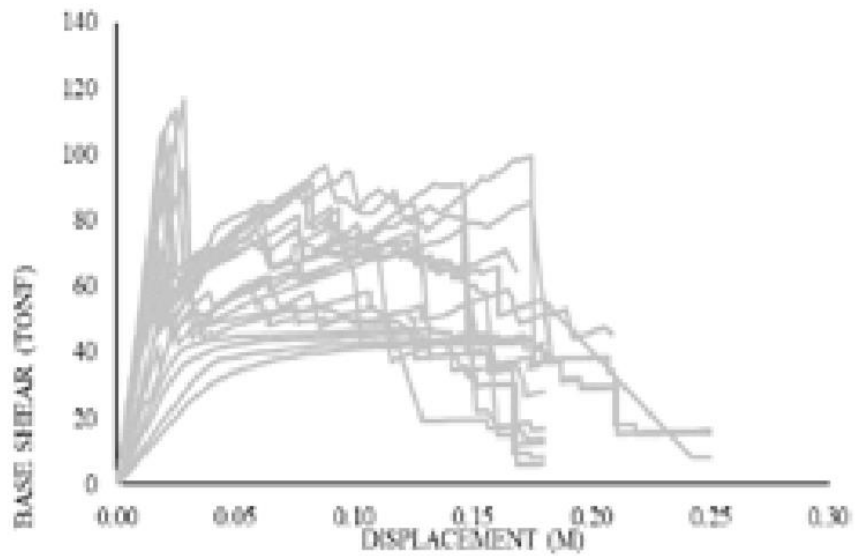
Figura 12 Curva de Capacidad tipología I

Fuente: (Carlos Celi, Juan Carlos Pantoja, Diego Sosa, Carlso Ayala, 2018)



*Figura 13 Curva de Capacidad tipología I I*

Fuente: (Carlos Celi, Juan Carlos Pantoja, Diego Sosa, Carlso Ayala, 2018)



*Figura 14 Curva de Capacidad tipología III*

Fuente: (Carlos Celi, Juan Carlos Pantoja, Diego Sosa, Carlso Ayala, 2018)

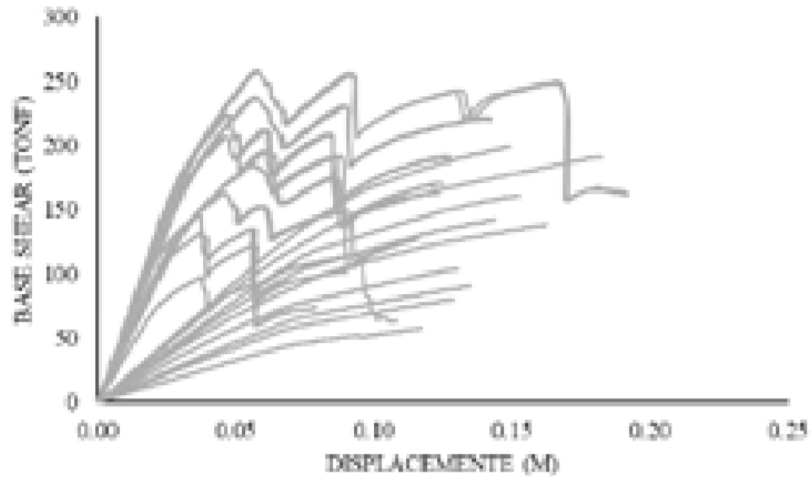


Figura 15 Curva de Capacidad tipología IV

Fuente: (Carlos Celi, Juan Carlos Pantoja, Diego Sosa, Carlso Ayala, 2018)

### 2.2.3.2 TIPOS DE TIPOLOGÍAS UTILIZADAS PROYECTO GEM-SARAH

El proyecto GEM-SARA realizó un inventario geométrico estructural a lo largo de la ciudad de Quito, los parámetros que destacaron son los siguientes: Sistema resiste a cargas laterales, inventario de materiales utilizados, georreferenciación. Como resultados encontraron que gran cantidad de construcciones residenciales tienen cierto tipo de características similares, por lo cual las agruparon en 4 tipologías diferentes. Este valor represento un 88 % de todas las casas encuestadas.

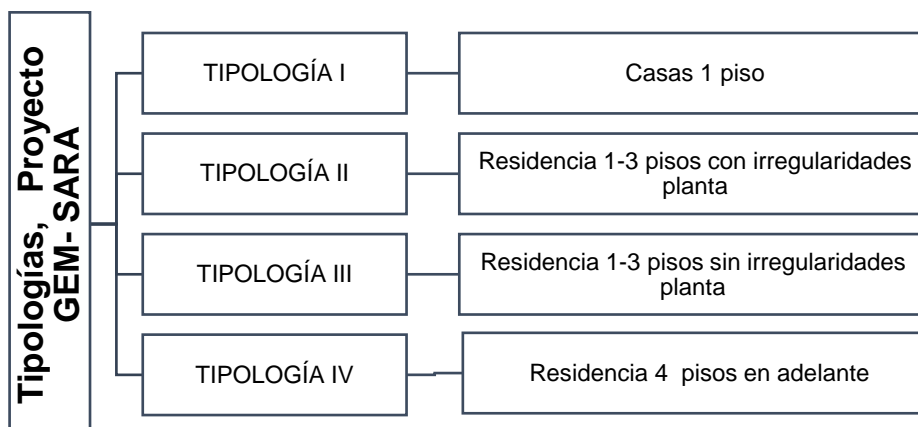


Figura 16 Tipologías Proyecto GEM-SARA

Fuente: (Carlos Celi, Juan Carlos Pantoja, Diego Sosa, Carlso Ayala, 2018)



## 2.2.4 MÓDULO DE ELASTICIDAD

El Módulo de elasticidad es una propiedad mecánica de los materiales que relaciona el esfuerzo vs la deformación, el procedimiento se realiza mediante aplicar una carga constante lineal al material, esto representa la rigidez del material. (Osorio, 2016)

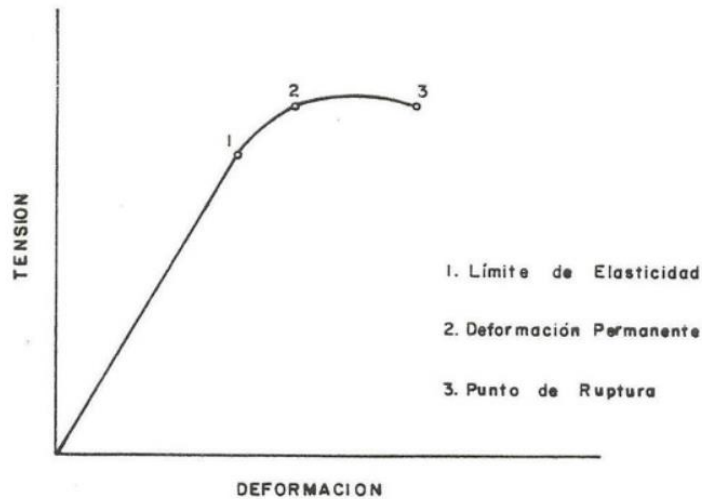


Figura 17 Módulo de Elasticidad Materiales

Fuente: (Osorio, 2016)

### 2.2.4.1 MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

El módulo de elasticidad del hormigón relaciona el esfuerzo con relación a la deformación unitaria. Este representa la rigidez del material ante una carga unitaria constante. (Osorio, 2016).

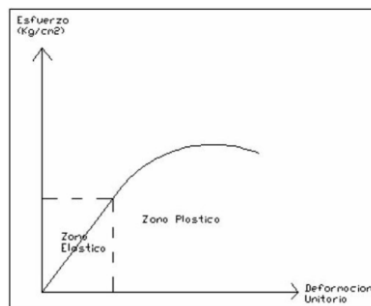


Figura 18 Módulo de Elasticidad del Concreto

Fuente: (Osorio, 2016)

Para la determinación del módulo de elasticidad se realizan varios ensayos en laboratorio a los que se somete cilindros de concreto con normativas técnicas a un esfuerzo uniforme. (ACI, 2019). Este procedimiento determinó una ecuación para obtener el módulo de elasticidad óptimo para las construcciones.

$$E = 15100 * \sqrt{f'c}$$

*Ecuación 1 Módulo de Elasticidad del Concreto*

Fuente: (ACI, 2019)

Sin embargo, las características de materiales utilizados en el Ecuador no presentan las mismas características físicas por lo cual se identificó un módulo de elasticidad que sea adecuado para el sector de Quito (CABRERA, 2014)

PROBÉTAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN HORMIGONERA METRHORM					
CILINDRO	RESITENCIA	Experimental		ACI 318	ACI 363
	Mpa	Ec (Mpa)	Ec (kg/cm2)	Ec (Mpa)	Ec (Mpa)
H21-07	21,57	17801	182304	21831	22321
H21-08	22,61	18077	185124	22349	22687
H21-09	21,61	17690	181165	21849	22334
H21-10	21,39	17525	179475	21739	22256
H21-11	22,05	18575	190224	22071	22491
H21-12	21,58	17460	178808	21836	22324
H24-07	24,24	19266	197305	23140	23246
H24-08	25,16	19069	195290	23574	23552
H24-09	25,05	19127	195877	23526	23518
H24-10	24,74	19401	198682	23377	23413
H24-11	25,64	19822	202993	23800	23712
H24-12	25,02	18992	194498	23508	23505
H28-07	29,56	20612	211091	25554	24951
H28-08	28,19	20369	208600	24956	24529
H28-09	28,15	21315	218286	24937	24515
H28-10	28,63	20444	209362	25149	24665
H28-11	28,69	21007	215138	25177	24684
H28-12	28,95	20426	209181	25288	24763
H35-07	35,34	23385	239485	27940	26636
H35-08	36,30	22912	234642	28317	26903
H35-09	35,54	22620	231656	28020	26693
H35-10	36,69	23454	240190	28468	27009
H35-11	36,38	23609	241778	28350	26926
H35-12	35,07	22270	228070	27832	26560
PROMEDIO ARITMÉTICO:		20218	207051	24691	24341

*Tabla 4 Módulo de Elasticidad Concreto Quito*

Fuente: (CABRERA, 2014)

## 2.2.5 CARGAS NO SÍSMICAS

En las construcciones intervienen varios elementos que están sometidos a cargas que afectan el diseño estructural. La Normativa Ecuatoria considera dentro del cálculo y diseño este tipo de cargas tales como permanentes, variables y accidentales. Las estructuras deberán ser diseñadas para que soporten los efectos de las cargas incrementadas de acuerdo a siguientes combinaciones. (NEC\_SE\_SD, 2015)

<u>Combinación 1</u>
1.4 D
<u>Combinación 2</u>
1.2 D + 1.6 L + 0.5max[L <sub>r</sub> ; S ; R]
<u>Combinación 3*</u>
1.2 D + 1.6 max[L <sub>r</sub> ; S ; R] + max[L ; 0.5W]
<u>Combinación 4*</u>
1.2 D + 1.0 W + L + 0.5 max[L <sub>r</sub> ; S ; R]
<u>Combinación 5*</u>
1.2 D + 1.0 E + L + 0.2 S
<u>Combinación 6</u>
0.9 D + 1.0 W
<u>Combinación 7</u>
0.9 D + 1.0 E

*Figura 19 Combinaciones de Carga no sísmicas*

*Fuente: (NEC\_SE\_SD, 2015).*

## 2.2.6 MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y FACTOR DE ZONA Z

En la ciudad de Quito existen varios tipos de suelos a lo largo de todo el territorio metropolitano. Por la necesidad de crear alternativas viables al diseño estructural se realizaron estudios de la microzonificación sísmica de la ciudad. La escuela politécnica Nacional realizó un gran trabajo en el desarrollo de la clasificación de suelos en 1994. A partir de esa guía se desarrollaron varios trabajos que buscaban llegar a obtener la mayor información de que tipo de suelos, estratos, que se pueden encontrar (Roberto, 2013)

### 2.2.6.1 MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA QUITO

Este estudio ayuda a mitigar el comportamiento del suelo con respecto a los eventos naturales que se pueden producir. Cada sector de la ciudad los elementos más importantes es tener una buena base de consulta de los parámetros. Y como interactuar el suelo bajo el terreno. Las aceleraciones referenciales con las que se diseña dependen la zona de la ciudad. (Roberto, 2013)



Figura 20 Microzonificación Sísmica

Fuente: (Roberto, 2013)

### 2.2.6.2 FACTOR DE ZONA Z

El factor de zona Z es el valor de cada zona sísmica representa la máxima aceleración en la roca para el sismo de diseño. Este estudio tiene un periodo de recurrencia de 475 años (con una probabilidad de 10% de probabilidad de excedencia en 50 años de vida útil) y se denomina factor de zona z al coeficiente de aceleración de gravedad. (Roberto, 2013) El factor Z en Ecuador se divide en 6 zonas y su valor se asigna en función del sitio donde se ubica o donde se

construirá la estructura, como se puede identificar en la siguiente tabla (NEC\_SE\_SD, 2015).

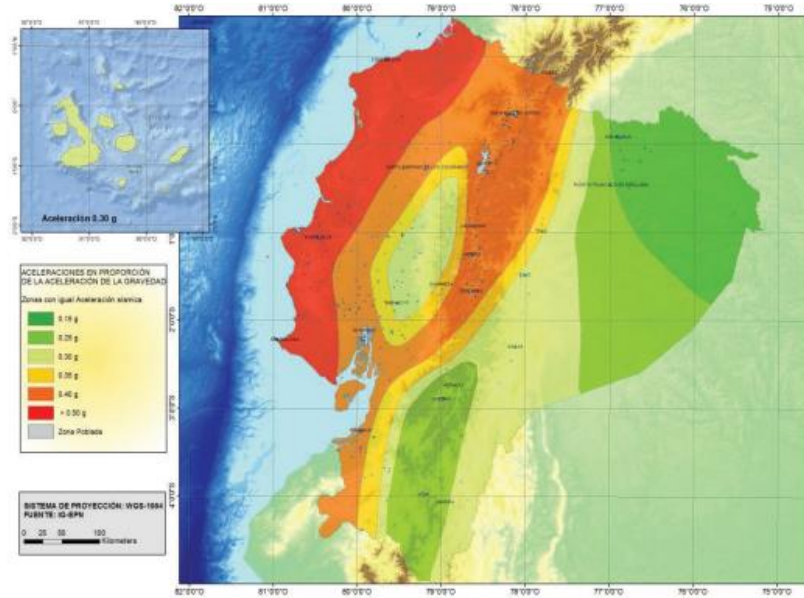


Figura 21 Mapa de zona sísmica

Fuente: (NEC\_SE\_SD, 2015).

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Tabla 5 Valores del factor Z

Fuente: (NEC\_SE\_SD, 2015).

### 2.2.6.3 COEFICIENTES DE PERFIL DE SUELO

Los coeficientes de perfil de suelo son factores que amplifican o disminuyen la respuesta del espectro elástico del suelo. Considerando los efectos en sitio de cada uno de estos factores, y además su perfil de suelo y tipo. (NEC\_SE\_SD, 2015).

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.5	1.39	1.26	1.14	0.97
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección <a href="#">10.6.4</a>					

Figura 22 Fa. Coeficiente de amplificación de suelo en zona periodo corto

Fuente: (NEC\_SE\_SD, 2015).

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.6	1.5	1.4	1.35	1.3	1.25
D	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y <a href="#">10.6.4</a>					

Tabla 4 : Tipo de suelo y Factores de sitio  $F_d$

Figura 23  $F_d$  : desplazamiento para diseño en roca

Fuente: (NEC\_SE\_SD, 2015).

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	1	1.1	1.2	1.25	1.3	1.45
D	1.2	1.25	1.3	1.4	1.5	1.65
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y <a href="#">10.6.4</a>					

Tabla 5 : Tipo de suelo y Factores del comportamiento inelástico del subsuelo  $F_s$

*Figura 24 FS: Comportamiento no Lineal*

*Fuente: (NEC\_SE\_SD, 2015).*

## 2.2.6.4 COMPONENTES HORIZONTALES DE LA CARGA SÍSMICA.

El espectro elástico de las aceleraciones es un modelo que nos ayuda a determinar las aceleraciones de un sitio dentro de un periodo de tiempo establecido. (NEC\_SE\_SD, 2015)

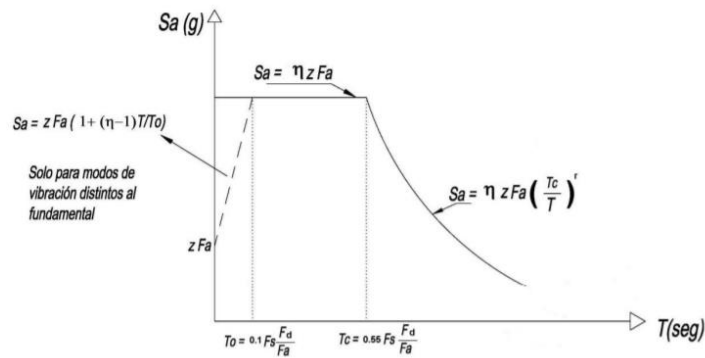


Figura 25 Diseño de espectro Elástico de diseño

Fuente: (NEC\_SE\_SD, 2015).

Dónde:	
$\eta$	Razón entre la aceleración espectral $S_a$ ( $T = 0.1$ s) y el PGA para el periodo de retorno seleccionado.
$F_a$	Coefficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo cortó. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de aceleraciones para diseño en roca, considerando los efectos de sitio
$F_d$	Coefficiente de amplificación de suelo. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca, considerando los efectos de sitio
$F_s$	Coefficiente de amplificación de suelo. Considera el comportamiento no lineal de los suelos, la degradación del periodo del sitio que depende de la intensidad y contenido de frecuencia de la excitación sísmica y los desplazamientos relativos del suelo, para los espectros de aceleraciones y desplazamientos
$S_a$	Espectro de respuesta elástico de aceleraciones (expresado como fracción de la aceleración de la gravedad g). Depende del periodo o modo de vibración de la estructura
$T$	Periodo fundamental de vibración de la estructura
$T_0$	Periodo límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño
$T_c$	Periodo límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño
$Z$	Aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad g

Figura 3: Espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño



Figura 26 Componentes Espectro sísmico elástico

Fuente: (NEC\_SE\_SD, 2015).

### 2.2.6.5 ESPECTRO ELÁSTICO DE DISEÑO DE DESPLAZAMIENTOS.

El espectro es un conjunto específico de valores que nos ayuda a determinar los desplazamientos elásticos de diseño. Los parámetros que se consideran son similares a los del espectro sísmico.

$S_d = 0.38ZF_a T^2 \left(0.4 + 0.6 \frac{T}{T_0}\right)$	para	$0 \leq T \leq T_0$
$S_d = 0.38ZF_a T^2$	para	$T_0 < T \leq T_c$
$S_d = 0.38ZF_a T$	para	$T_c < T \leq T_L$
$S_d = 0.38ZF_a T_L$	para	$T > T_L$

Dónde:

$S_d$  Es el espectro elástico de diseño de desplazamientos (definido para una fracción del amortiguamiento respecto al crítico igual a 5%). Depende del periodo o modo de vibración de la estructura

Figura 27 Determinación de Espectro elástico de diseño

Fuente: (NEC\_SE\_SD, 2015).

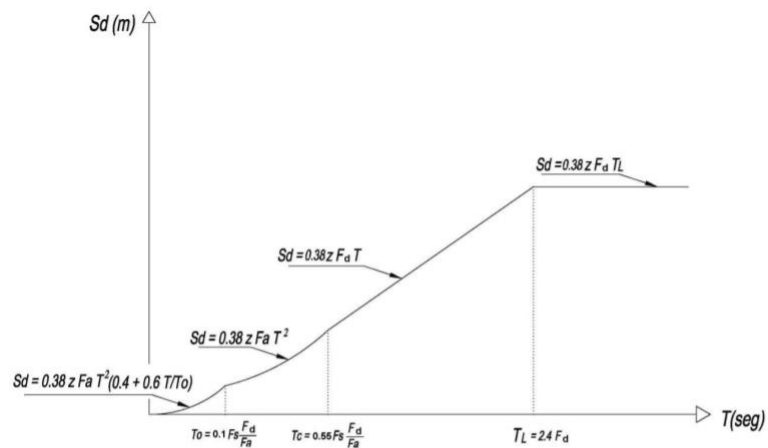


Figura 28 Espectro Elástico de diseño de Desplazamientos

Fuente: (NEC\_SE\_SD, 2015).

## 2.2.6.6 METODOLOGÍA DE DISEÑO SISMORRESISTENTE

La estructura tiene varios elementos con demandas sísmicas diferentes por eso es importante clasificar esta documentación acorde a los elementos de mayor y menor importancia. El objetivo es establecer niveles de desempeño estructural ante sismos de diseño.

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coefficiente I
<b>Edificaciones esenciales</b>	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
<b>Estructuras de ocupación especial</b>	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
<b>Otras estructuras</b>	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

Tabla 6: Tipo de uso, destino e importancia de la estructura

*Figura 29 Tipo de Uso destino e Importancia*

*Fuente: (NEC\_SE\_SD, 2015).*

## 2.2.6.7 REQUISITOS CONSTRUCTIVOS

Los requisitos que deben ser verificados en el modelo de análisis lineal de acuerdo a la normativa vigente son los siguientes elementos:

- Límites permisibles de las derivas de pisos

Estructuras de:	$\Delta_M$ máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

Figura 30 Límites permisibles de las derivas

Fuente: (NEC\_SE\_SD, 2015).

- Separación entre estructuras adyacentes estas se realizan porque las estructuras tienen que trabajar de manera aislada por el diseño de los elementos, no se cruzan entre sí.

$$\Delta_E = 0.25\Delta_{Mup} + 0.005H_{ev}$$

Dónde:

$\Delta_E$  Fuerzas laterales de diseño reducidas

$\Delta_{Mup}$  Desplazamiento del último piso

$H_{ev}$  Altura de la estructura vecina

Figura 31 Separación de estructuras

Fuente: (NEC\_SE\_SD, 2015).

### 2.2.6.8 FACTOR DE REDUCCIÓN R

El factor de fuerzas de diseño sísmico, es un parámetro que se encarga de reducir el diseño inelástico dependiendo de su tipo de estructura, suelo y periodos de vibración.

Sistemas Estructurales de Ductilidad Limitada	R
<b>Pórticos resistentes a momento</b>	
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la <a href="#">NEC-SE-HM</a> limitados a viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros.	3
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la <a href="#">NEC-SE-HM</a> con armadura electrosoldada de alta resistencia	2.5
Estructuras de acero conformado en frío, aluminio, madera, limitados a 2 pisos.	2.5
<b>Muros estructurales portantes</b>	
Mampostería no reforzada, limitada a un piso.	1
Mampostería reforzada, limitada a 2 pisos.	3
Mampostería confinada, limitada a 2 pisos.	3
Muros de hormigón armado, limitados a 4 pisos.	3

Figura 32 Sistemas Estructurales factor de Reducción

Fuente: (NEC\_SE\_SD, 2015).

### 2.2.6.9 CORTANTE BASAL V

El cálculo del cortante basal tiene como objetivo determinar la fuerza lateral total generadas por las fuerzas de inercia, y esto lo distribuye a lo largo de toda la altura de la construcción. Se utilizó la Norma Ecuatoriana de la construcción para determinar los elementos.

$$V = \frac{I * Sa}{R * \phi P * \phi e} * W$$

Ecuación 2 Cortante Basal V

$$Sa = n * Z * Fa$$

*Ecuación 3 Coeficiente Basal V*

$$T_1 = c_t * h_n^{3/4}$$

*Ecuación 4 Periodo de Vibración*

## **2.2.7 ANÁLISIS ESTRUCTURAL**

El análisis estructural es el uso de diferentes métodos en base a la resistencia de los materiales y varios procedimientos para determinar esfuerzos internos, desplazamientos de una estructura, etc. Es un procedimiento de cálculo y determinación de los efectos de fuerzas que tiene una estructura. (CUEVAS, 2016)

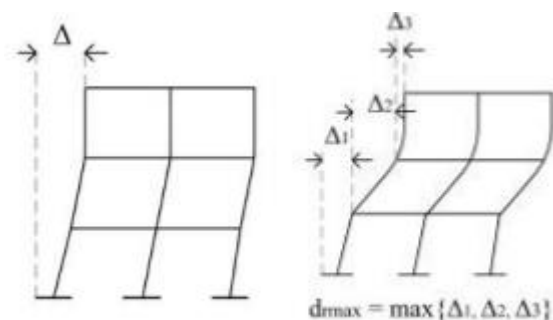
### **2.2.7.1 ANÁLISIS ESTÁTICO LINEAL**

El análisis estático lineal se define como la aplicación de fuerzas laterales estáticas y procedimientos elásticos para determinar la relación la capacidad de los elementos. Aplicando este método se determina los desplazamientos que van a tener los elementos en cada uno de sus nodos. (CUEVAS, 2016)

### **2.2.7.2 ANÁLISIS MODAL ESPECTRAL**

El análisis modal espectral determina la respuesta máxima experimentada por una construcción durante un evento sísmico. Por lo cual se analiza los modos y frecuencias naturales del sistema de varios grados de libertad. (CUEVAS, 2016). Se deben tomar en cuenta estos parámetros para un diseño de análisis modal espectral.

- Espectro de Diseño
- Obtención de Periodos
- Parámetros sísmicos
- Peso del edificio
- Peso sísmico



*Figura 33 Análisis Modal Espectral*

*Fuente: (CUEVAS, 2016)*

## **2.3 FORMULARIO EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS NEC 2015**

### **2.3.1 DESCRIPCIÓN DEL FORMULARIO DE EVALUACIÓN.**

El objetivo fundamental de realizar este formulario de evaluación y rehabilitación de estructuras es identificar las edificaciones más vulnerables a eventos sísmicos y clasificarlas en 3 categorías a las estructuras:

- Baja vulnerabilidad.
- Vulnerabilidad media.
- Alta vulnerabilidad.

El territorio ecuatoriano está en un sector de alto peligro sísmico y la mayoría de ciudades tienen grandes posibilidades de sufrir este tipo de eventos, este formulario de evaluación rápida basado en el FEMA 154. Es una evaluación visual rápida en campo la cual contempla tres aspectos básicos la planificación, recopilación de datos e interpretación de resultados. En este formulario también se obtiene información de tipo de materiales en las construcciones, uso de edificaciones, años de construcción, he irregularidades el planta y elevación. (Secretaría de Gestión de Riesgos, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Oficina de ayuda humanitaria y protección civil de la comisión Europea, 2015)

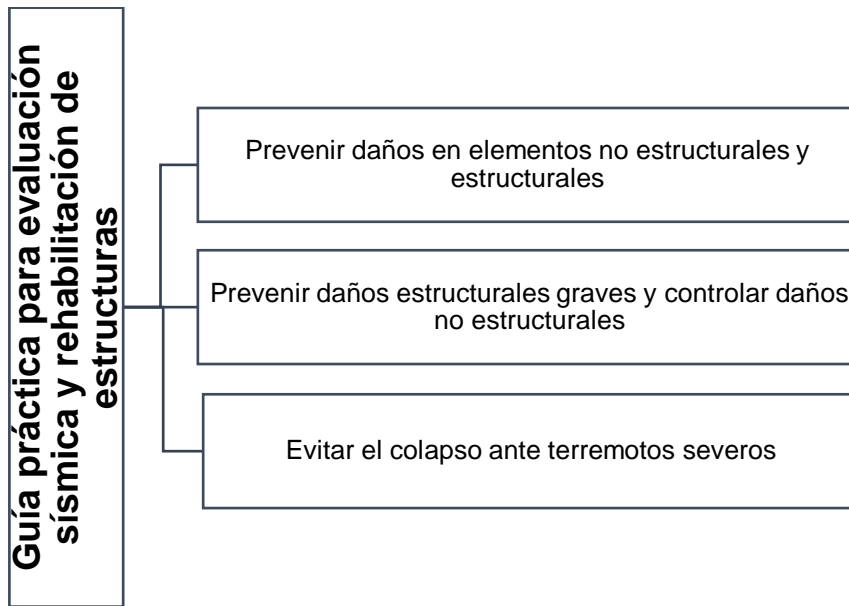


Figura 34 Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras

Fuente: (NEC\_SE\_SD, 2015).

### 2.3.2 DESCRIPCIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DE GUÍA PRÁCTICA PARA EVALUACIÓN SÍSMICA Y REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS.

La aplicación de la guía de evaluación sísmica se divide en varios procesos, los cuales tienen que ser efectuados por personal capacitado que socialice el tema en el sector de aplicación de este formulario. Este proceso de evaluación visual- manual que tiene un tiempo estimado de aproximadamente 25-30 min. Es importante que durante el proceso las partes que intervienen conozcan de cerca el propósito de la guía y cómo se va a ejecutar. (NEC\_SE\_SD, 2015)

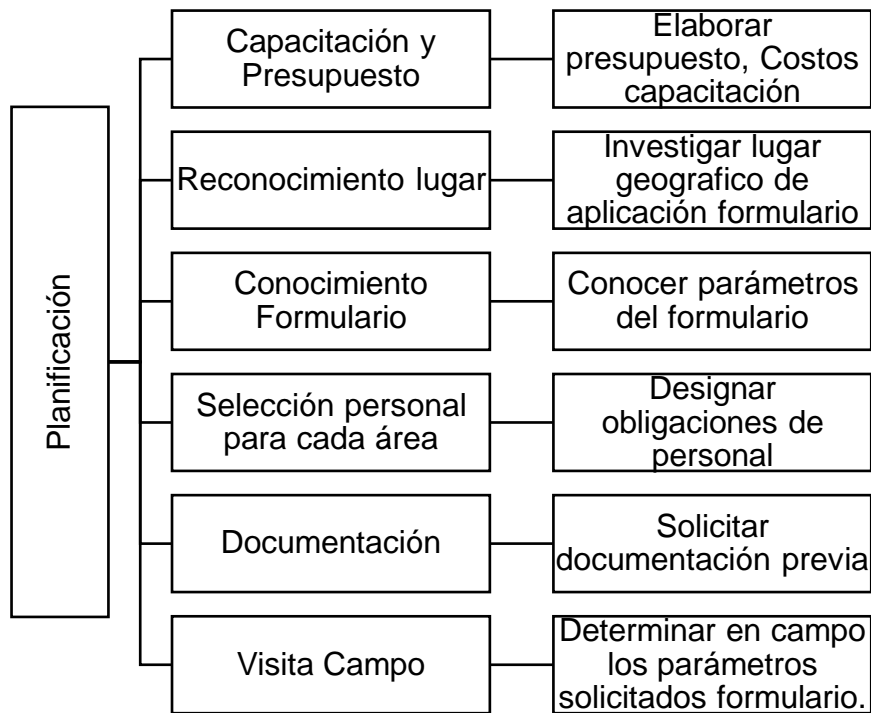


Figura 35 Planificación Formulario NEC

Fuente: (NEC\_SE\_SD, 2015).

### 2.3.3 PARÁMETROS DE LAS VARIABLES

El formulario de evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras mide varios parámetros físicos y de forma. Estos elementos van a medir en una escala numérica el grado de vulnerabilidad de los elementos. Cada parámetro tiene una valoración mientras más puntaje tenga este ítem, mayor será el grado de sensibilidad de la estructura frente a un evento sísmico. (NEC\_SE\_SD, 2015)

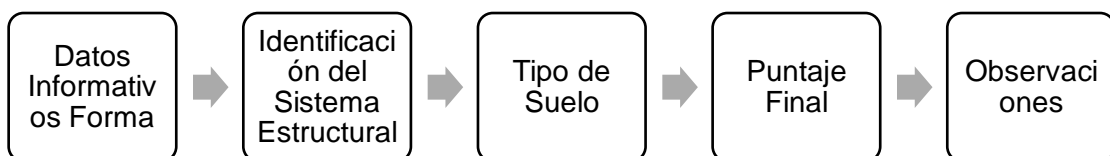


Figura 36 Parámetros de las variables

Fuente: (NEC\_SE\_SD, 2015).



### **2.3.4 DATOS INFORMATIVOS DE FORMULARIO**

El primer parámetro informativo de la edificación va a recolectar datos de la construcción. La dirección exacta de la edificación, calle principal, coordenadas de latitud longitud de predio. El nombre del edificio o nombre de los dueños, así como también lugares de referencia, o sitios representativos del sector. Esto nos da una un lugar exacto de los elementos que se van a evaluar. El tipo de uso que se da a la edificación, si con comerciales, gubernamentales, residenciales, para poder generar programas de mitigación de riesgos.

El parámetro del año de construcción genera información de la concepción del diseñado y construcción que se aplicaron. Sin embargo, con el pasar de los años el uso de las edificaciones cambia según las necesidades de los propietarios. El número de pisos que existen actualmente esto es directamente proporcional a la cantidad de daño que se puede generar en la estructura. Por lo cual es importante realizar una memoria fotográfica de la fachada para tener el diseño en planta y vertical de la estructura El último parámetro informativo son datos de la personal que va a efectuar el formulario.

EVALUACION VISUAL RAPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES		
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACION DE LA EDIFICACION	<b>DATOS DE LA EDIFICACION:</b>	
	Dirección:	
	Nombre de la edificación:	
	Sitio de referencia:	
	Tipo de uso:	Fecha de evaluación:
	Año de construcción:	Año de Remodelación:
	Área Construida (m2):	Número pisos:
	<b>DATOS DEL PROFESIONAL:</b>	
	Nombre del evaluador:	
	C.I.	
Registro SENESCYT		
FOTOGRAFIA		

Figura 37 Datos Informativos Guía Evaluación Sísmica

Fuente: (NEC\_SE\_SD, 2015).

### 2.3.5 IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Este parámetro determina el sistema estructural de la edificación de estudio. Es necesario en la inspección visual determinar que tipo de materiales se utilizaron por lo cual se evalúa cada elemento para poder categorizarlo en la siguiente tipología de sistemas estructurales. (NEC\_SE\_SD, 2015)

TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL					
Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	S1
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. Armado con muros	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3
Mixta acero-hormigón o mixta madera-hormigón.	MX			Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado.	S4
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S5

Tabla 6 Tipología del Sistema Estructural

Fuente: (NEC\_SE\_SD, 2015).

Por lo tanto, este parámetro califica en base a cada sistema una estimación numérica que varía entre 2 a 4.4, mientras este valor es menor, más

índice de peligro estructural reflejara y aumenta la probabilidad de daño y pérdida de una edificación que puede recibir.

PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S														
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	SS3	S4	S5	
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2	

*Tabla 7 Puntajes Básicos Modificadores S*

*Fuente: (NEC\_SE\_SD, 2015).*

Madera	W1	Elementos estructurales de madera
Mampostería sin refuerzo	URM	Mampostería portante sin refuerzo acero
Mampostería reforzada	RM	Mampostería portante con refuerzo acero
Mixta acero-hormigón o mixta madera-hormigón.	MX	Elementos estructurales diferentes materiales
Pórtico Hormigón Armado	C1	Elementos estructurales hormigón armado
Pórtico H.Armado con muros estructurales	C2	Elementos estructurales hormigón armado con muros
Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Elementos estructurales hormigón armado con muros y mampostería sin refuerzo
H. Armado prefabricado	PC	Paneles portantes de hormigón armado prefabricado.
Pórtico Acero Laminado	S1	Elementos estructurales con perfiles estructurales
Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2	Elementos estructurales con perfiles estructurales con diagonales
Pórtico Acero Doblado en frío	S3	Elementos estructurales con perfiles estructurales doblados en frío
Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado.	S4	Elementos estructurales con perfiles estructurales forjados en caliente y muros hormigón
Pórtico Acero con paredes mampostería	S5	Elementos estructurales con perfiles estructurales forjados en caliente y mampostería.

*Tabla 8 Tipos de Sistemas Estructurales Descripción*

*Fuente: (NEC\_SE\_SD, 2015).*

### 2.3.6 ALTURA DE LA EDIFICACIÓN

De la misma forma el parámetro de altura de edificación es un factor determinante en la ponderación de la calificación del grado de vulnerabilidad, la altura de la edificación es directamente proporcional al grado de daño que puede recibir una estructura por un sismo. En los edificios de baja altura hasta 3 pisos el formulario no castiga con ninguna calificación a la estructura. (NEC\_SE\_SD, 2015)

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	SS3	S4	S5
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8

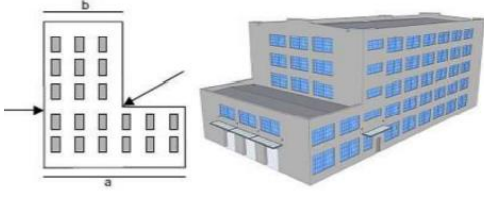

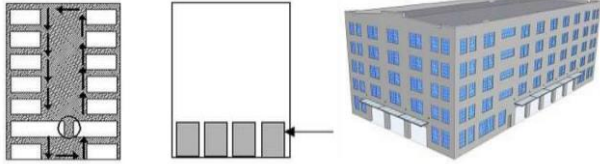
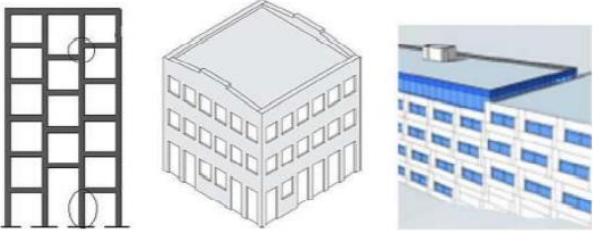
*Tabla 9 Altura de la Edificación*

*Fuente: (NEC\_SE\_SD, 2015).*

### **2.3.7 IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN**

De igual importancia el parámetro de irregularidades en la edificación se analiza en cuenta varios factores que intervienen en la calificación de este sistema. Los principales factores son los siguientes si presenta una irregularidad en planta o vertical. Las irregularidades son una discontinuidad en la forma geométrica o de diseño de la construcción. (NEC\_SE\_SD, 2015)

Las irregularidades verticales se pueden identificar por las condiciones de diseño y topografía de la edificación. Las ampliaciones y la concepción de cómo se constituyó la construcción. Los principales factores están descritos de tabla a continuación donde se observa una ilustración y su descripción.

<p><b>Geométricas:</b> cuando la distancia horizontal de planta es mayor a 1.3 veces que la distancia en parte superior existe una irregularidad vertical.</p>	
<p><b>Ubicación:</b> Topografía del terreno donde se encuentra la edificación.</p>	
<p><b>Piso débil :</b> Diferencias significativas de la rigidez entre plantas de la edificación.</p>	
<p><b>Columna corta o columna larga :</b> existen elementos estructurales que por la distribución pueden tener más rigidez que otras.</p>	

*Tabla 10 Irregularidades Verticales*

Fuente: (Correa N, 2021)

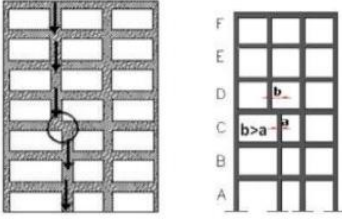
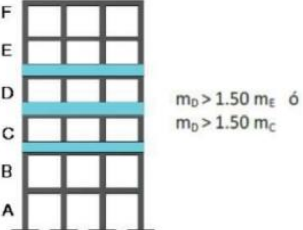
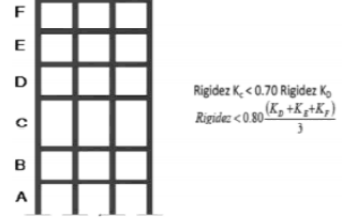

<p><b>Ejes verticales discontinuos:</b> Columnas que tienen discontinuidades verticalmente.</p>	
<p><b>Ejes verticales discontinuos con muros soportado por columnas:</b> elementos presentan discontinuidades, y muros entre ejes.</p>	 <p><math>m_D &gt; 1.50 m_E</math> ó <math>m_D &gt; 1.50 m_C</math></p>
<p><b>Distribución en masa:</b> cambio de masa entre pisos</p>	 <p>Rigidez <math>K_c &lt; 0.70</math> Rigidez <math>K_o</math> Rigidez <math>&lt; 0.80 \frac{(K_x + K_y)}{3}</math></p>
<p><b>Ampliaciones en edificación:</b> cuando se realiza ampliaciones de una estructura con otro tipo de materiales.</p>	

Tabla 11 Irregularidades Verticales

Fuente: (Correa N, 2021)

Las irregularidades horizontales se producen en su mayoría por el diseño arquitectónico de la estructura. Dependen también de la geometría del terreno para el diseño arquitectónico. En este parámetro se debe de cuidar mucho que no existan elementos que puedan generar esfuerzos torsionales a la estructura.


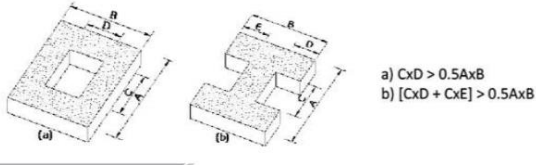

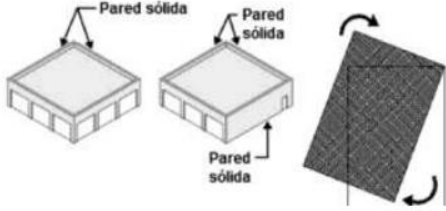

<p><b>Forma de la estructura:</b> cuando su configuración en planta tiene formas LTIVE.</p>	
<p><b>Discontinuidades:</b> Cuidar que no existan discontinuidad planta mayor al 50%.</p>	 <p>a) <math>CxD &gt; 0.5AxB</math>  b) <math>[CxD + CxE] &gt; 0.5AxB</math></p>
<p><b>Ejes no paralelos :</b> ejes no simétricos por terreno.</p>	
<p><b>Torsional :</b> existen elementos estructurales que tienen buena resistencia lateral en una sola dirección.</p>	
<p><b>Ampliaciones en edificación:</b> cuando se realiza ampliaciones de una estructura con otro tipo de materiales.</p>	

Tabla 12 Irregularidades en Planta

Fuente: (Correa N, 2021)

### 2.3.7 CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN

En el Ecuador se estableció se establecieron requisitos de diseño sísmico desde 1977. Después de movimiento telúrico en Bahía de Caráquez en la costa de Ecuador se estableció un nuevo código (CEC-2001), se fueron realizando mejoras con respecto al diseño sismo resistente con la implementación de la norma NEC 2015. Por lo cual se establecieron tres etapas donde la filosofía de diseño tuvo cambios significativos.

- Pre-código de la construcción 1977
- Etapa de transición
- Post código moderno a partir 2001

CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN														
Pre-código(construido antes de 1977) o auto construcci	0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,2	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2	
Construido en etapa de transición(entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Post código moderno(construido a partir de 2001)	1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1	

Tabla 13 Código de la Construcción

Fuente: (Correa N, 2021)

### 2.3.8 Tipo de Suelo

Este parámetro toma en cuenta tres tipos de suelos para la calificación de una estructura basado en la normativa ecuatoriana, según los mapas de caracterización del suelo. Los otros tipos de suelos A y B que existen no se consideran ya que evaluaron que no presentan afectaciones significativas, y con el suelo tipo F necesitan para edificación una diferenciación con un profesional geotécnico para cada caso. (NEC\_SE\_SD, 2015)

- Tipo de Suelo C (suelos muy densos o rocas blandas, velocidad onda corte entre 360 y 760 m/s)
- Tipo de Suelo D (suelos rígidos, velocidad onda corte entre 180 y 360 m/s)
- Tipo de Suelo E (suelos blandos, velocidad onda corte menores a 180 m/s)



TIPO DE SUELO														
Tipo de suelo C	0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D	0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4
Tipo de suelo E	0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8

Tabla 14 Tipos de Suelo  
Fuente: (Correa N, 2021)

### 2.3.9 Grado de vulnerabilidad sísmica

Este formulario tiene como finalidad medir de manera cualitativa el grado de vulnerabilidad que una estructura, esto es una estimación probabilística del riesgo que una construcción falle producto de un evento sísmico. Se van a tomar todos los valores de los parámetros que se evaluaron y son clasificados de acuerdo a su puntaje final (Mayores a 2.5 baja vulnerabilidad, 2.5 a 2 vulnerabilidad media, menores a 2 alta vulnerabilidad).

Cada estructura es diferente y puede presentar cosas inusuales que se pueden detallar en el casillero de observaciones, esto va a mejorar el enfoque de la guía ya que se puede utilizar como una medida para generar programas de mitigación contra riesgos, e intervenciones en edificaciones que presenten un gran alto de vulnerabilidad sísmica. (Secretaria de Gestion de Riesgos, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Oficina de ayuda humanitaria y protección civil de la comisión Europea, 2015)

PUNTAJE FINAL, S														
<b>GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA</b>														
S<2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial													
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad													
S>2.5	Baja vulnerabilidad													
										Firma responsable de evaluación				
<b>OBSERVACIONES:</b>														

Tabla 15 Grado de Vulnerabilidad sísmica  
Fuente: (Correa N, 2021)

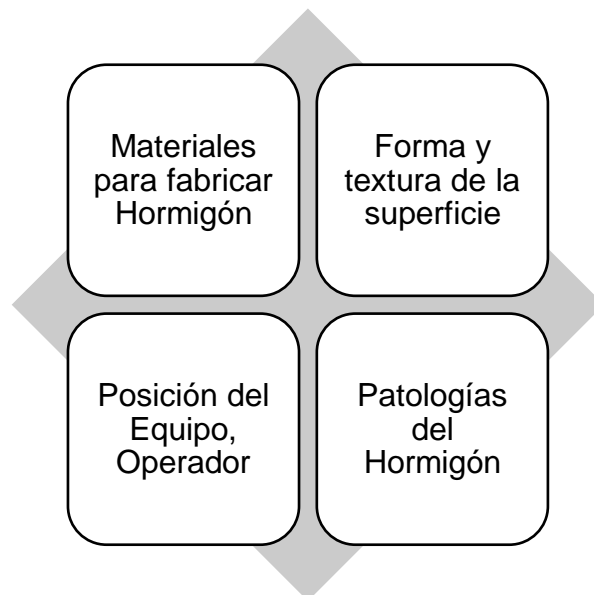
## 2.4 ENSAYO DEL ESCLERÓMETRO

### 2.4.1 DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO ESCLERÓMETRO NORMA ASTM C 805-NTE INEN 3121

El objetivo fundamental de realizar este ensayo es determinar la resistencia del hormigón in situ, para lo cual se evalúa varios elementos estructurales de la construcción. Sin embargo, este método tiene varios factores externos que pueden influir la recolección de información. Este procedimiento se identifica la capacidad de absorber energía de la superficie de los elementos estructurales, así también la uniformidad de la resistencia de hormigón a lo largo de todos los elementos.

Este procedimiento es un ensayo no destructivo, que por medio de valor de rebote se puede medir la resistencia del hormigón, mientras más baja sea la resistencia del hormigón menor va a ser la respuesta del rebote del ensayo, y en superficies donde tiene una mayor dureza los elementos tendrá un mayor índice de rebote. (Manuela López Echeverry, Anggy Yannery García Ávila , 2018)

Factores que influyen en la toma de datos:



*Figura 38 Factores influyen esclerómetro*

Fuente: (Correa N, 2021)

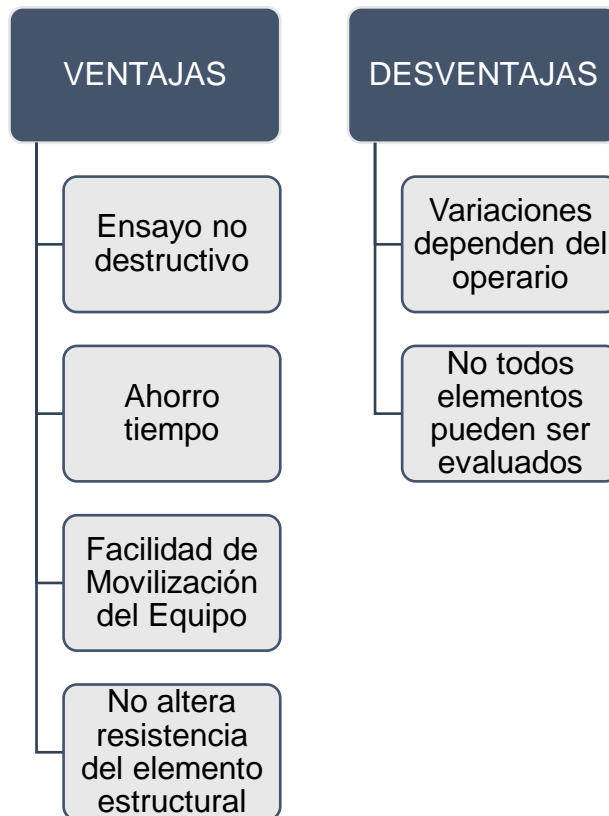
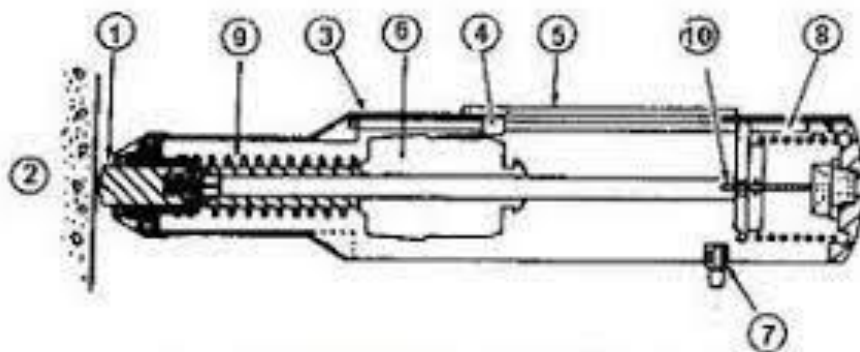


Figura 39 Ventajas y Desventajas Esclerómetro

Fuente: (Manuela López Echeverry, Anggy Yannery García Ávila , 2018)



ESQUEMA DE UN ESCLERÓMETRO

1. Percutor, 2. Concreto, 3. Cuerpo exterior, 4. Aguja, 5. Escala, 6. Martillo, 7. Botón de fijación de lectura, 8. Resorte, 9. Resorte, 10. Seguro.

Figura 40 Esquema Esclerómetro

Fuente: (Manuela López Echeverry, Anggy Yannery García Ávila , 2018)

## 2.4.2 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

La construcción que va a ser evaluada con el ensayo, en este caso de estudio se priorizo una edificación que cumpla con las características predominantes del sector. Se evaluó un pórtico armado de hormigón de 3 pisos que sea de uso residencial.



*Figura 41 Esclerómetro*

Fuente: (Correa N, 2021)



*Figura 42 Elementos Esclerómetro*

Fuente: (Correa N, 2021)

Se identifica los elementos estructurales que van a ser evaluados, principalmente columnas estructurales que sean centrales y esquineras. Adicionalmente otros elementos estructurales Vigas y Muros.



*Figura 43 Identificación elementos estructurales*

Fuente: (Correa N, 2021)



*Figura 44 Identificación Elementos Estructurales 2*

Fuente: (Correa N, 2021)

Una vez identificado los elementos estructurales se realizará una limpieza de la superficie, medir la distancia media de los elementos y colocar la malla de 25 mm de distancia entre cuadros para realizar el ensayo aleatoriamente.

Se realiza la limpieza de los elementos estructurales, a continuación, se realiza el ensayo del esclerómetro. Para este procedimiento es importante tomar en cuenta la temperatura ambiente de cuando se realizó la medición. Utilizar un nivel para que el esclerómetro este a 90 grados de la superficie, ya que puede presentar variaciones si tiene una variación en el grado de aplicación del ensayo. Esta toma de datos se realiza 10 veces por cada elemento estructural y se recopila cada resultado en una ficha técnica.

### **2.4.3 LIMITACIONES DEL ENSAYO.**

La principal limitación encontrada al efectuar el ensayo fue determinado a las variaciones de resistencia de hormigón en los elementos estructurales. Las lecturas del esclerómetro dependen mucho de la superficie de donde se aplica

el ensayo y algunos elementos son de difícil acceso. Por lo tanto, se registraron varios elementos continuos a las columnas centrales de la residencia.

De acuerdo a la (INEN, 2016), las evaluaciones de los resultados de compresión tienen que tomar en cuenta varios factores que están sujetos a variaciones, estos se deben a la cantidad de años que tienen el hormigón o temperatura cuando se realizó el ensayo.

**Nota:** Dentro de las correcciones del Ensayo, se identificaron correcciones por inclinación, temperatura, carbonatación, edad. Si se realizan el procedimiento con el nivel a 90 ° del elemento a una temperatura ambiente de 18°, y usando una lija en la superficie con la piedra porosa. No realizar estas correlaciones.

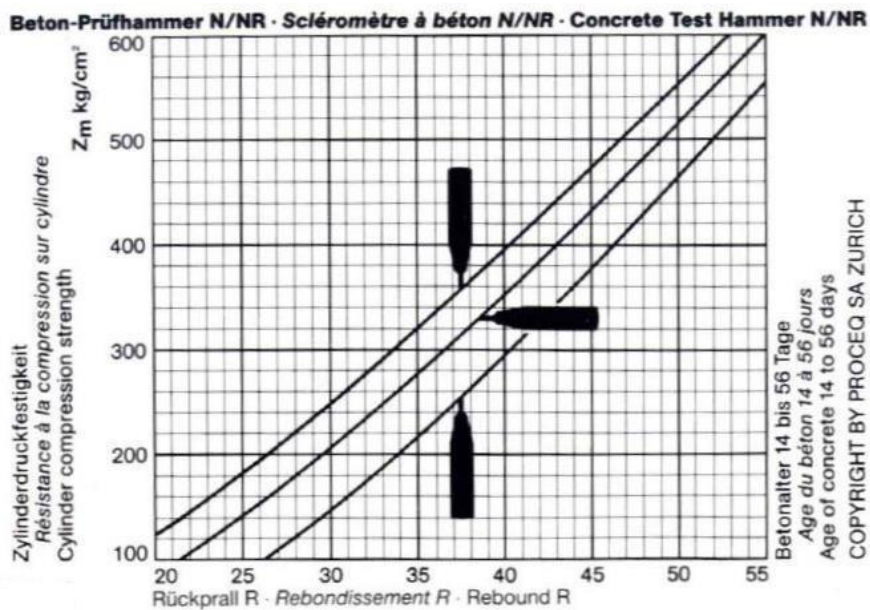


Figura 45 Gráfica de resistencia hormigón -Ensayo esclerómetro

Fuente: Factor de edad con relación al tiempo en años de la edificación (GABRIEL, 2018)

Factor edad = número de años  $\times f' c$

*Ecuación 5 Ecuación de Corrección de Edad*

Factor edad = 10 (años)  $\times$  300 (kg  $cm^2$ )

Factor edad = 3000

Quotation from DIN 4240

Ages n (days)	10	20	28	50	100	150	200	300	500	1000	3000
$\alpha_n$	1.55	1.12	1.00	0.87	0.78	0.74	0.72	0.70	0.67	0.65	0.63

$\alpha_n$  = correcting factor of ages

*Figura 46 Factor corrección años esclerómetro*

Fuente: Factor de edad con relación al tiempo en años de la edificación (GABRIEL, 2018)

#### 2.4.4. FORMULARIO DE TOMA DE DATOS ESCLERÓMETRO

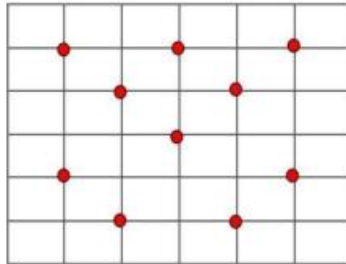
El formulario de toma de datos del esclerómetro se divide en una parte informativa de los elementos estructurales que se van a evaluar. Y las lecturas que son mínimas necesarias para evaluar un elemento.





**Ensayo Esclerómetro**

Realizar como mínimo 10 lecturas.



Registrar el número de rebote con por lo menos 2 cifras significativas.

Sección	
Piso	

Lecturas del área de prueba	Posición del área de prueba		
	Elemento 1	Diferencia	Comentarios
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
Promedio de lecturas Ro			

- Finalmente se calcula el valor promedio (este valor es el número de rebote) de las mediciones realizadas, se eliminan las mediciones que tengan una diferencia de 6 unidades con respecto al valor promedio.
- Si se desviaron más del 20% de las mediciones del valor promedio se repite el ensayo.

*Figura 47 Formulario en Campo de Esclerómetro.*

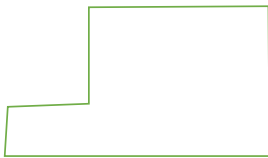
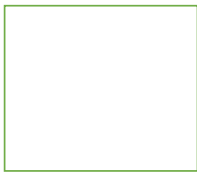

Fuente: UISEK 2020

### 3 CAPÍTULO III: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

#### 3.1 TOMA DE DATOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS FORMULARIO EVALUACIÓN SÍSMICA

La implementación de la guía de evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras en el sector de Pusuqui – Quito Ecuador a 111 edificaciones. Se comenzó el proceso con la sociabilización del tema con los propietarios de las edificaciones para obtener datos más exactos en el formulario. Este sector cuenta con viviendas residenciales en su mayoría y el tipo de irregularidades que fueron más comunes son en el diseño y la ampliación de construcciones.

Una vez realizado el levantamiento de información de cada construcción se determina una hoja de cálculo donde se registren todos los elementos encontrados, varios de los propietarios de las viviendas desconocían el tipo de sistema estructural que tiene la construcción, la información de planos estructurales, tipo de cimentación.

EVALUACION VISUAL RAPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES					
		<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN:</b>			
		Dirección: Urb San Gregorio calle Jorge Chavez			
		Nombre de la edificación: Residencia Familia CASA 17			
		Sitio de referencia: Junto Escuela de Policía Pusuqui			
		Tipo de uso: Residencial		Fecha de evaluación: 05/31/2021	
		Año de construcción: 2010		Año de Remodelación: -	
		Área Construida (m2): 220.00		Número pisos: 2	
		<b>DATOS DEL PROFESIONAL:</b>			
		Nombre del evaluador: Nestor Andres Correa			
<b>IRREGULARIDAD EN PLANTA</b>		C.I. 1719088633			
		Registro SENESCYT			
					
TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL					
Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	S1
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. Armado con muros	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3
Mixta acero-hormigón o mixta madera-hormigón.	MX			Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado.	S4
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S5

PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL 5														
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	SS3	S4	S5	
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2	
<b>ALTURA DE LA EDIFICACIÓN</b>														
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4	
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8	
<b>IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN</b>														
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	
Irregularidad en planta	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	
<b>CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN</b>														
Pre-código(construido antes de 1977) o auto construcc	0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,2	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2	
Construido en etapa de transición(entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Post código moderno(construido a partir de 2001)	1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1	
<b>TIPO DE SUELO</b>														
Tipo de suelo C	0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	
Tipo de suelo D	0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	
Tipo de suelo E	0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8	
<b>PUNTAJE FINAL, S</b>														
<b>GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA</b>														
S<2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial													
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad													
S>2.5	Baja vulnerabilidad													4,1
														Firma responsable de evaluación
<b>OBSERVACIONES:</b> S/N														

Figura 48 Ejemplo de Guía de Evaluación Sísmica

Fuente: (Correa N, 2021)

### 3.1.1 RESULTADOS DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL SECTOR

En la figura 49 se indica los resultados de la aplicación del formulario de evaluación sísmica. El proceso se implementó en 111 edificaciones, donde se evidenciaron que el principal problema que presentan las estructuras son irregularidades en planta, esto se debe a principalmente al diseño arquitectónico del sector.

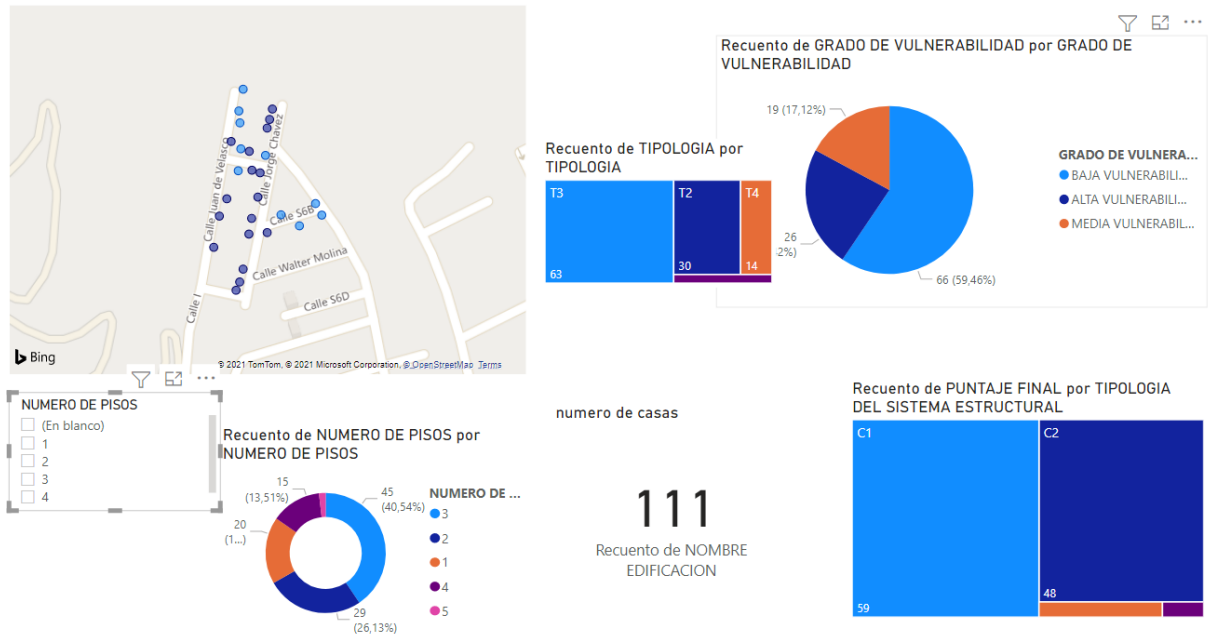


Figura 49 Resultados Generales Formulario NEC  
 Fuente: (Correa N, 2021)

### 3.1.2 CLASIFICACIÓN DE ACUERDO NÚMERO DE PISOS

Un 40.54 % de viviendas son de 3 pisos, que representan el mayor porcentaje de viviendas que se encuentran en el sector. La altura de entrepiso entre losas es de 2.10 m.

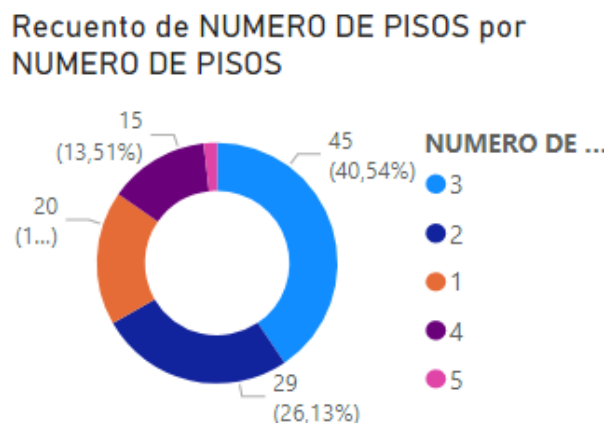


Figura 50 Número de Pisos  
 Fuente: (Correa N, 2021)

### 3.1.3 CLASIFICACIÓN DE ACUERDO TIPO DE ESTRUCTURA

El principal material utilizado para la elaboración de las construcciones es el hormigón, y la mayoría de elementos del sector son pórticos de hormigón armado, sin muros. La topografía del sector ayuda bastante a que se pueda utilizar este sistema de construcción.

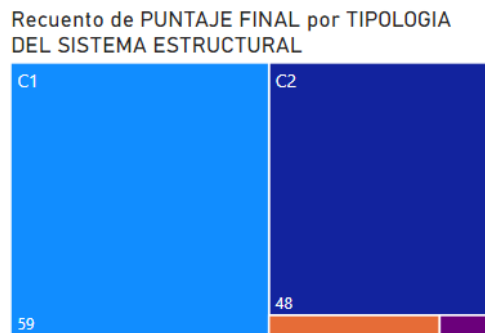


Figura 51 Clasificación de acuerdo tipo de suelo

Fuente: (Correa N, 2021)

### 3.1.4 CLASIFICACIÓN DE ACUERDO VULNERABILIDAD SÍSMICA

La clasificación del sector fue de 59.46 % de baja vulnerabilidad, 17.12 % vulnerabilidad media, 23.42 % de vulnerabilidad alta. Esta es la clasificación de sector que corresponde a la sumatoria de todas las variables que intervinieron en el formulario.

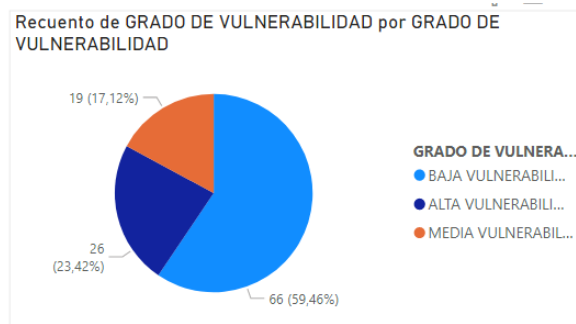


Figura 52 Grado de Vulnerabilidad Sísmica

Fuente: (Correa N, 2021)

### 3.2 TOMA DE DATOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS ENSAYO DEL ESCLERÓMETRO

El ensayo de esclerometría es un elemento fundamental para medir la resistencia a la compresión de los elementos estructurales, es importante evaluar varios componentes que constituyen piezas elementales de las construcciones.

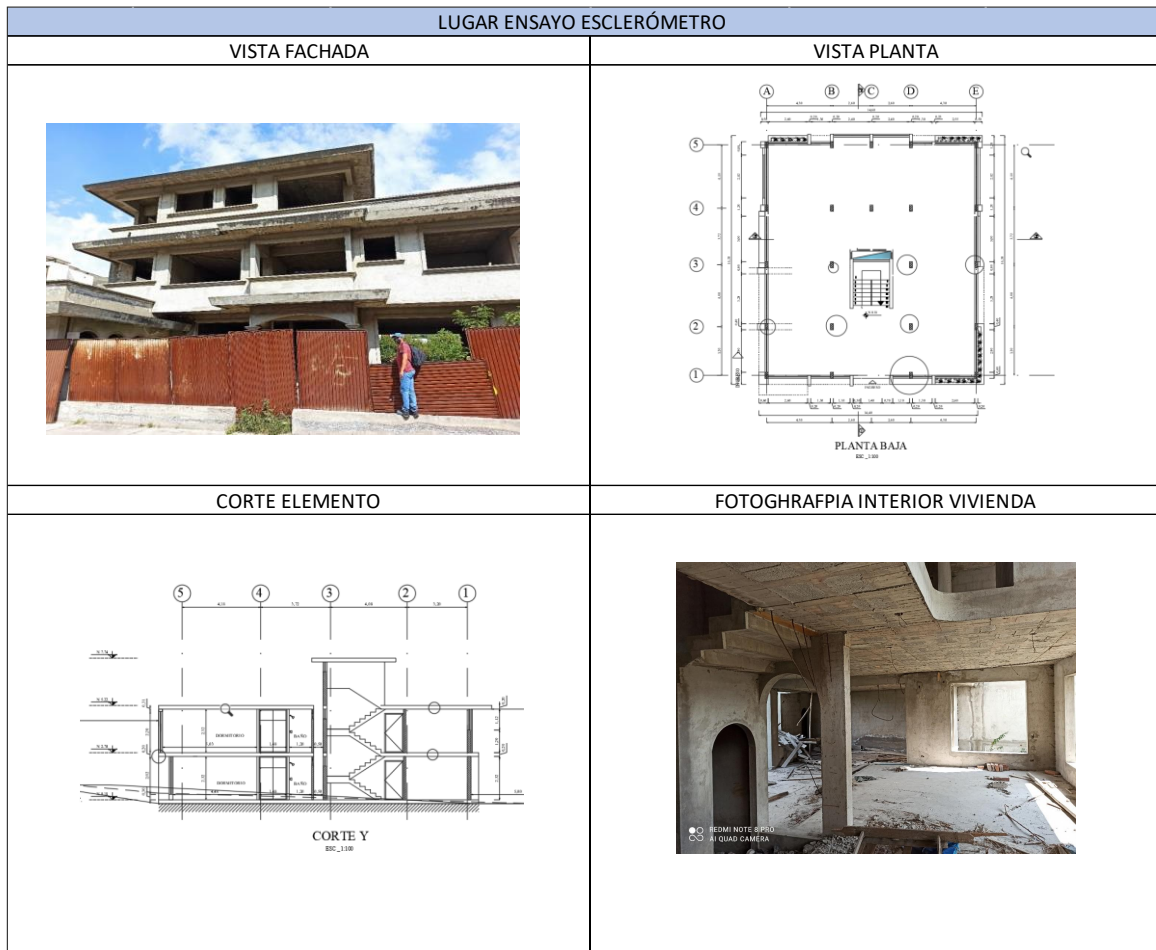


Figura 53 Localización de Ensayo Esclerómetro

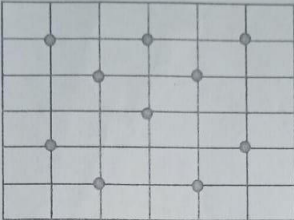
Fuente: (Correa N, 2021)

### 3.2.1 RESULTADOS DEL ENSAYO

Los datos de la información del esclerómetro se identificaron en campo de cada elemento estructural. En la tabla siguiente se indica los resultados de las lecturas del esclerómetro en uno de los elementos estructurales, su máxima resistencia a la compresión y sus variaciones entre diferentes lecturas.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL  
**ISEK**

- Realizar como mínimo 10 lecturas.



- Registrar el número de rebote con por lo menos 2 cifras significativas.

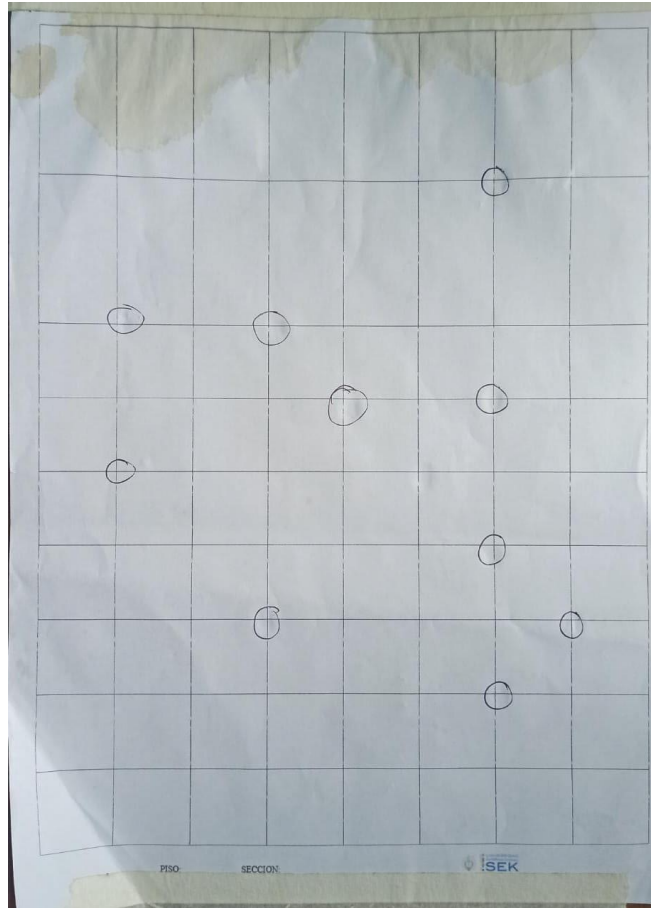
Lecturas del área de prueba	Posición del área de prueba		Comentarios
	Elemento 1	Diferencia	
1	32	0.2	VIGA, PLANTA DEL CUBO A COLUMNAS A-D.
2	30	-1.8	
3	32	0.2	
4	30	-1.8	
5	34	2.2	
6	32	0.2	
7	30	-1.8	
8	34	2.2	
9	32	0.2	
10	32	0.2	
<b>Promedio de lecturas Ro</b>	34.80		

- Finalmente se calcula el valor promedio (este valor es el número de rebote) de las mediciones realizadas, se eliminan las mediciones que tengan una diferencia de 6 unidades con respecto al valor promedio.
- Si se desviaron más del 20% de las mediciones del valor promedio se repite el ensayo.

6

Figura 54 Formulario de Ensayo

Fuente: (Correa N, 2021)



*Figura 55 Grilla de Esclerómetro*

Fuente: (Correa N, 2021)

Número de mediciones en área de prueba	VIGA		
	Lectura del esclerómetro	Promedio de lecturas	Diferencia
1	32	31,8	0,2
2	30		-1,8
3	32		0,2
4	30		-1,8
5	34		2,2
6	32		0,2
7	30		-1,8
8	34		2,2
9	32		0,2
10	32		0,2

*Tabla 16 Lectura esclerómetro para Viga 3 eje A-D*

Fuente: (Correa N, 2021)



cálculo								
E. Malla	Inclinación	f'c (PSI de la gráfica 2)	f'c (kg/cm2)	f'c(kg/cm2)	Grado de aceptación	factor por edad (días)	$\alpha_n$	Corrección por edad Fc (kg/cm2)
Esp. Libre mediciones 25 mm.	0 grados Gráfica tipo A	3000	370	328,00	ok	3000	0,63	206,64

*Tabla 17 Resultado corrección de esclerómetro*

Fuente: (Correa N, 2021)

INFORME DE RESULTADOS DEL ENSAYO ESTÁNDAR DEL ESCLERÓMETRO (Basado en ASTM C805/C805N-08)								
NOMBRE DEL EQUIPO:			ESCLERÓMETRO PER CALCESTRUZZO					
PLANTA	ELEMENTO	DENOMINACIÓN	VALORES	VALOR PROMEDIO	PROMEDIO TOTAL DE ELEMENTOS f'c (kg/cm2)			
PISO 1	COLUMNA	A-1	206,78	208,05	207,90			
		D-1	204,23					
		A-4	208,16					
		D-4	209,12					
		C-2	208,78					
		C-3	209,13					
	VIGA	.1-2	198,13	201,71				
		A-D	201,12					
		,3-4	203,12					
		C-D	204,45					
		PISO 2	COLUMNA			A-1	201,12	210,28
						D-1	198,87	
A-4	210,14							
D-4	213,45							
C-2	215,46							
C-3	216,89							
VIGA	.1-2	198,15	201,71					
	A-D	201,12						
	,3-4	203,12						
	C-D	204,45						
	PISO 3	COLUMNA		A-1	201,89	205,38		
				D-1	202,56			
D-4			209,12					
C-2			205,34					
C-3			207,99					
VIGA			.1-2	198,15	201,91			
	,3-4	203,12						
	C-D	204,45						

*Tabla 18 Resultados esclerómetro total*

Fuente: (Correa N, 2021)

En resultado del ensayo del esclerómetro nos dio como resultado la resistencia al hormigón de 207 kg/cm<sup>2</sup> en columnas y 201 kg/cm<sup>2</sup> en vigas.

## **4 CAPÍTULO IV: MODELACIÓN**

### **4.1 CONSIDERACIONES DE ELEMENTOS Y MATERIALES**

Se realizó un modelo con la ayuda del programa computacional SAP-2000 sin colocar mampostería, los únicos elementos que se van a modelar son columnas, vigas, losas. Los datos de distribuciones de carga están basados a la normativa ecuatoriana de la construcción.

Los valores de materiales con los que se va a trabajar, son los obtenidos por el ensayo del esclerómetro para el caso del hormigón, mientras que para el acero ASTM A36. Las dimensiones de los elementos son tomadas en campo de los elementos que se van a evaluar.

#### **4.1.1 CARGAS QUE SE ANALIZARON EN EL MODELO**

La NEC-SE-DS (2015) establece las combinaciones de cargas que se deben utilizar para que el programa pueda ejecutar el proceso de cálculo. En el caso de la carga muerta el programa cálculo automáticamente el peso propio de la estructura, para los elementos adicionales como mampostería, instalaciones y variantes, se ingresa un valor adicional. La participación de la masa para realizar un análisis es de 100 % en de la carga muerta. Las combinaciones de cargas se van a utilizar las establecidas por la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

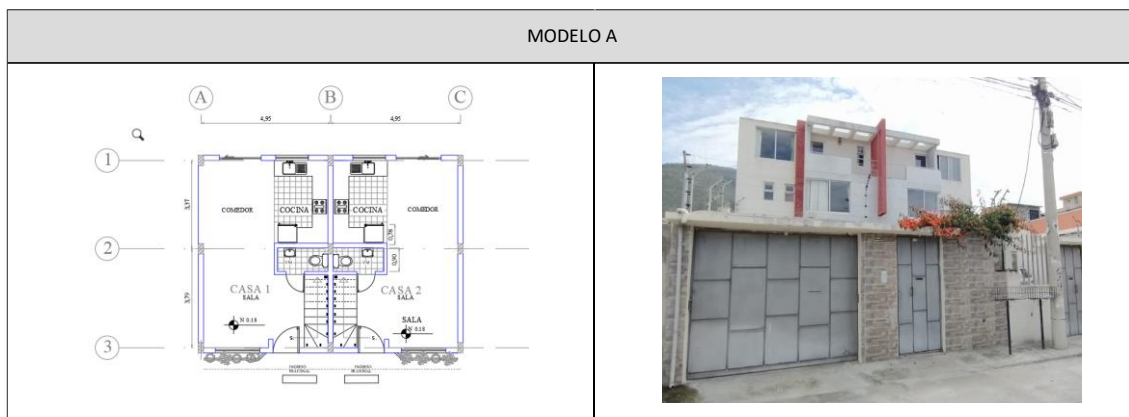
#### **4.1.2 CONSIDERACIONES DE NORMATIVA UTILIZADA**

El 10 de enero del 2015 se publicó de manera oficial vía Acuerdo Ministerial la Norma Ecuatoriana de la Construcción con su revisión final conocida como NEC15. En ella se normaliza el tipo de cargas y los valores que deben considerarse en el diseño de las estructuras destinadas a edificación (NEC-SE-

CG) así como las cargas Sísmicas y metodología de cálculo de las mismas (NEC-SE-DS). Para el diseño de estructuras de Hormigón armado existe el capítulo (NEC-SE-HM) el cual norma sobre todo las características mínimas que debe cumplir una edificación para que se considere sismo resistente. Para todo lo que no se encuentre expresamente detallado en la NEC15 se sigue como norma de estricto cumplimiento el ACI 318-19.

## 4.2 MODELO A ESTÁTICO LINEAL

El modelo es una residencia de 2 casas continuas de 3 pisos, es la tipología más recurrente del sector de estudió. El diseño de los materiales de construcción es en base a los datos de resistencia a la compresión presentados en el ensayo de esclerometría, el dimensionamiento de los elementos estructurales es en base a los encontrados en sitio.



*Figura 56 Dimensiones Modelo A*

Fuente: (Correa N, 2021)

EJES DEL PROYECTO			
sentido x-x	sentido y-y	niveles de pisos	
Luces 3.40 m	Luces 4.95m.	PLANTA Baja	Nv+0.18
		1ra PLANTA	Nv+2.52
2da PLANTA		Nv+5.22	
3ra PLANTA		Nv+7.74	
TAPAGRADA		Nv+10.26	
Luces 3.80 m			

*Figura 57 Ejes Modelo A*

Fuente: (Correa N, 2021)

#### 4.2.1 DIMENSIONES DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

En base a la geometría de elementos estructurales de columnas, vigas y losa que se encontraron en el la vivienda se determinaron las siguientes dimensiones para cada uno de los elementos, mientras que el diseño de losa se diseñó un modelo equivalente de una losa nervada de 20 cm a losa maciza de 14.5 cm igualando las inercias.

Elemento	Dimensión		Área (cm <sup>2</sup> )
	a(cm)	b(cm)	
Columnas	40	20	800
Vigas	25	25	625
Losa	20		cm

*Tabla 19 Dimensiones de Elementos Estructurales*

Fuente: (Correa N, 2021)

#### 4.2.2 CARGAS MODELO A

##### 4.2.2.1 CARGA PESO PROPIO DE LA ESTRUCTURA

En base a los elementos y área del modelo se determinaron el peso propio que tiene la estructura. Este parámetro es de carácter comparativo ya que en la modelación de la estructura se puede utilizar el 100 % de la carga muerta de los elementos para determinar el peso de la estructura

PISO 1, 2,3									
Descripcion	L1 m	L2 m	H m	# elementos	Pes Es (T/m3)	g	subtotal	Observaciones	
losa	10	7,6	0,145	1	2,4	9,81	2,70	Losas equivalente a una de 25 cm	
viga l1	10	0,25	0,25	3	2,4	9,81	0,46	Viga que pasa por columnas	
viga l2	7,6	0,25	0,25	3	2,4	9,81	0,35	viga entre vigas principales	
columna	0,4	0,2	2,1	9	2,4	9,81	0,37	columna de 0,4 m * 0,2 m	
						sub total	11,62	ts2/m	
						total	242,56	Tonf	

*Tabla 20 Carga Muerta de elementos*

Fuente: (Correa N, 2021)

#### 4.2.2.2 CARGA SOBRE IMPUESTA PESO PROPIO DE ESTRUCTURA

El modelo A se asignaron cargas adicionales según la ocupación que van a soportan este elemento.

Cargas Permanentes:	
Acabados	0.07 t/m <sup>2</sup>
Instalaciones	0.05 t/m <sup>2</sup>
Enlucidos	0.07 t/m <sup>2</sup>
Pisos	0.02 t/m <sup>2</sup>
Paredes	0.15 t/m <sup>2</sup>

**TOTAL 0.35 t/m<sup>2</sup>.**

*Tabla 21 Cargas Permanentes*

Fuente: (Correa N, 2021)

#### 4.2.2.3 CARGA VIVA

Para edificaciones de uso residencial la Normativa Ecuatoriana propone utilizar un valor de carga viva como se detalla en la siguiente tabla.

Carga Viva		
Vivienda	200	kg/m <sup>2</sup>

Tabla 22 Carga Viva  
Fuente: (NEC\_SE\_SD, 2015)

#### 4.2.3 CÁLCULO DE ESPECTRO DE DISEÑO Y CORTANTE BASAL V

El espectro de diseño de para el análisis dinámico estructural, se constituyeron a partir de grupo de espectros que representativos que afectan a cada región. Se utilizó la Norma Ecuatoriana de la construcción para determinar los elementos del sector.

CORTANTE BASAL BASADO FUERZA			
DESCRIPCION	VALOR	OBSERVACIONES , TIPO	REFERENCIA
Coeficiente Ct	0,055	HORMIGON SIN MUROS NI DIAGONALES	NEC 6.3.3a
Altura del Edificio (hn)	7,74	en metros	Planos
Coeficiente para calculo del periodo $\alpha$	0,9	HORMIGON SIN MUROS NI DIAGONALES	NEC 6.3.3a
Periodo Natural de Vibracion (T1)	0,35	FORMULA	$T = C_t h_n^{\frac{2}{3}}$
Periodo Natural de Vibracion Max (t2)	0,45	Perido Natura de Vibracion por 1.3	
factor de importancia (I)	1	Otras estructuras	tabla 6m secc 4.1
Factor de Reduccion de Respuesta (R )	3	PORTICOS RESISTENTE MOMENTO HOP	Tabla 13
Relacion de amplificacion espectral n	2,48	Provincias de la Sierra	Tabla 3.1.2
Zona sismica	V	Estudio suelo	Tabla 1
Factor de zZona (Z)	0,4	Alta	Tabla 1
Tipo de Suelo	D	Estudio suelo	
Factor de Sitio (Fa)	1,2	tablas	Tabla 3.1.2
Factor de sitio (Fd)	1,19	tablas	Tabla 4
Factor de comportamiento inelastico (Fs)	1,28	tablas	Tabla 5
Factor en el espectro para Diseno Elastico R	1		Secc 3.3.1
Perido Tc	0,698		Secc 3.3.1
Aceleracion espectral (Sa)	1,190		
Factor de irregularidad en Planta $\phi_p$	1	Tablas revisar plano Grafico	Seccio 5.2.3
Factor de irregularidad en Elevacion $\phi_E$	1	Tablas revisar plano Grafico	Seccio 5.2.3
Factor del Cortante Basal V	0,397		Sec 6.3.2

Tabla 23 Parámetros Diseño Cortante Basal V  
Fuente: (Correa N, 2021)

### 4.2.3.1 ESPECTROS DE DISEÑO

Los parámetros de diseño de cortante basal  $V$  se realizó un modelo estático y el estático no lineal. Para cada espectro se cambian los factores de reducción sísmica. Esto de acuerdo a la normativa vigente. (NEC\_SE\_SD, 2015)

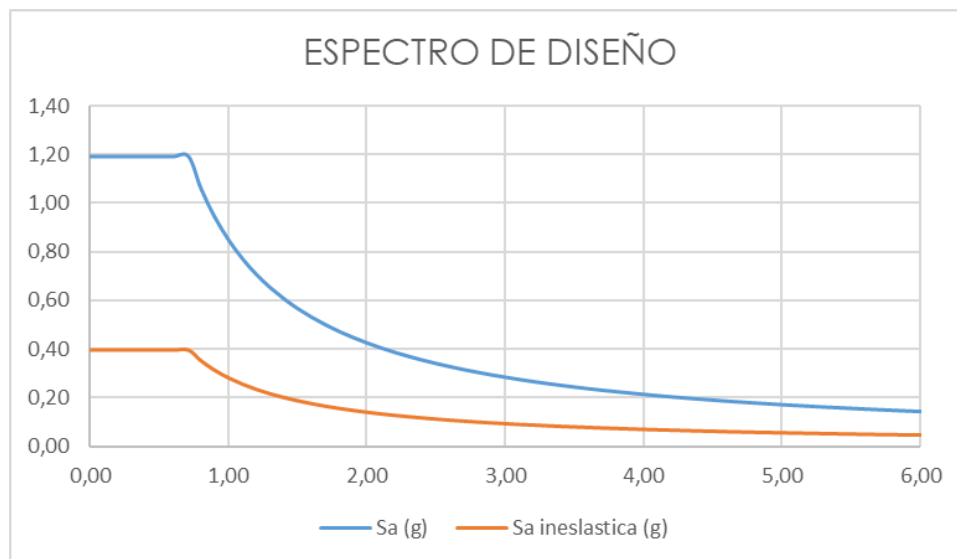


Figura 58 Espectro de Diseño

Fuente: (Correa N, 2021)

### 4.2.4 MODELACIÓN DE LOS ELEMENTOS

Este modelo de análisis lineal determina los estados de fuerzas laterales estáticas, los desplazamientos, las deformaciones unitarias, las tensiones y las fuerzas de reacción bajo el efecto de cargas laterales aplicadas.

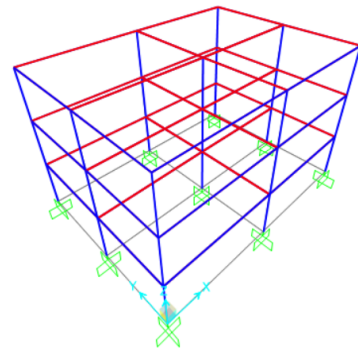
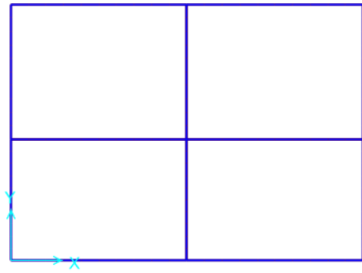


Figura 59 Definición de Ejes  
Fuente: (Correa N, 2021)

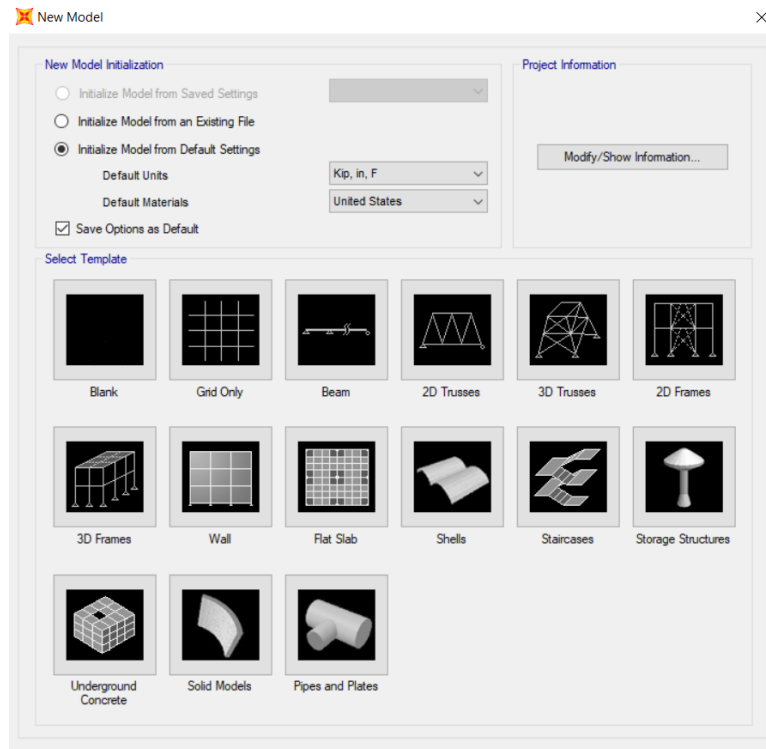


Figura 60 Grid Modelo  
Fuente: (Correa N, 2021)



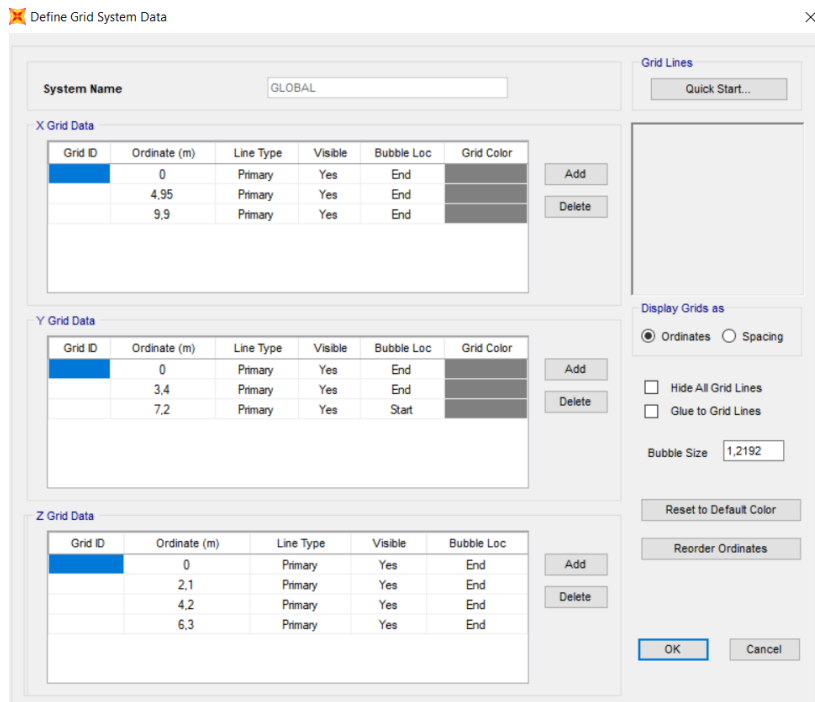


Figura 61 Ejes de Elementos

Fuente: (Correa N, 2021)

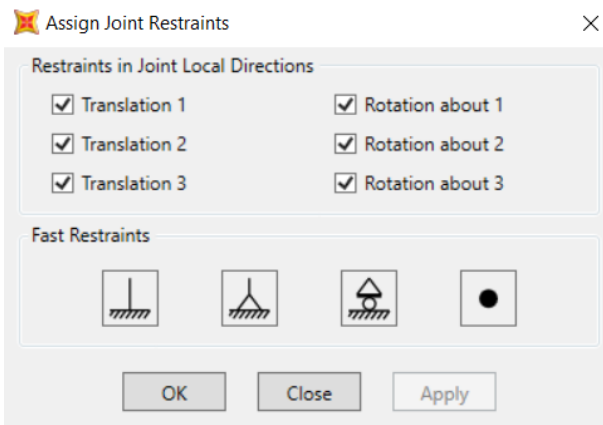


Figura 62 Asignación de Restricciones

Fuente: (Correa N, 2021)

#### 4.2.4.1 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Los valores de resistencia de los materiales se determinaron del ensayo de esclerometría, para los elementos de columnas y vigas. En el caso de las losas se utilizó el valor de  $f'c$  de las vigas. El módulo de elasticidad del concreto se diseñó con el valor obtenido de tesis (CABRERA, 2014) que caracteriza el concreto para la ciudad norte de Quito. Los valores cuantía de los elementos estructurales es de 1 % , en algunos casos este valor de cuantía es mayor por el diseño de armado de los elementos. El acero de refuerzo corrugado (normas NTE INEN 2167 - ASTM A 706), con un límite a la fluencia mínimo  $f_y = 4200$  kg/cm<sup>2</sup>.

Material Property Data

**General Data**

Material Name and Display Color: H = f'c 207.75 kg/cm2

Material Type: Concrete

Material Grade: f'c 4000 psi

Material Notes: Modify/Show Notes...

**Weight and Mass**

Weight per Unit Volume: 2,356E-05

Mass per Unit Volume: 2,403E-08

**Units**

KN, cm, C

**Isotropic Property Data**

Modulus Of Elasticity, E: 207051

Poisson, U: 0,2

Coefficient Of Thermal Expansion, A: 9,900E-06

Shear Modulus, G: 86271,25

**Other Properties For Concrete Materials**

Specified Concrete Compressive Strength, f'c: 207

Expected Concrete Compressive Strength: 207

Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

Figura 63 Definición de Material Concreto de Columnas

Fuente: (Correa N, 2021)

**Material Property Data**

**General Data**

Material Name and Display Color: H = Fc 207.75 kg/cm2

Material Type: Concrete

Material Grade: Fc 4000 psi

Material Notes: Modify/Show Notes...

**Weight and Mass**

Weight per Unit Volume: 2,356E-05

Mass per Unit Volume: 2,403E-08

Units: KN, cm, C

**Isotropic Property Data**

Modulus Of Elasticity, E: 207051

Poisson, U: 0,2

Coefficient Of Thermal Expansion, A: 9,900E-06

Shear Modulus, G: 86271,25

**Other Properties For Concrete Materials**

Specified Concrete Compressive Strength, Fc: 207

Expected Concrete Compressive Strength: 207

Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

Figura 64 Definición de Módulo de Elasticidad del Concreto

Fuente: (Correa N, 2021)

**Reinforcement Data**

**Rebar Material**

Longitudinal Bars: + fy 4200

Confinement Bars (Ties): + fy 4200

**Design Type**

Column (P-M2-M3 Design)

Beam (M3 Design Only)

**Concrete Cover to Longitudinal Rebar Center**

Top: 4,

Bottom: 4,

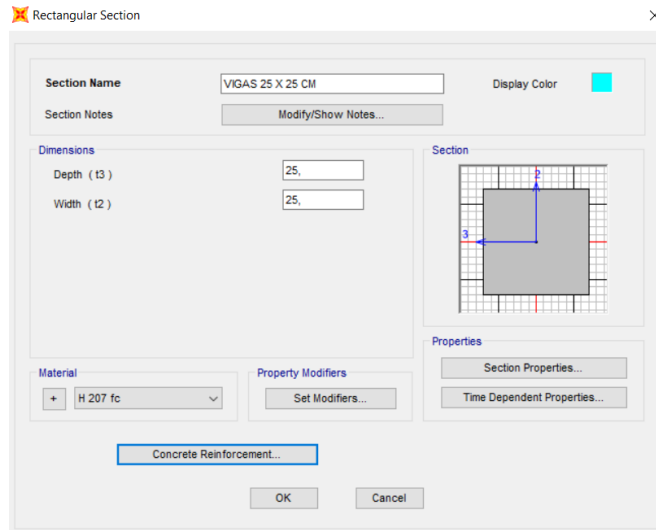
**Reinforcement Overrides for Ductile Beams**

	Left	Right
Top	0,49	0,49
Bottom	0,49	0,49

OK Cancel

Figura 65 Acero de Refuerzo en Columnas y Vigas cuantía mínima de armado

Fuente: (Correa N, 2021)



*Figura 66 Creación de Secciones de Vigas*

Fuente: (Correa N, 2021)

#### 4.2.4.2 MOMENTOS DE INERCIA UTILIZADOS

Los momentos de inercia de los elementos están definidos en la Norma ecuatoriana de construcción para cada elemento en el caso de columnas es de 0.8 el factor, mientras que las vigas que presentan esta característica de estar dentro de la losa (funcionan como vigas T) se considera el factor de 1.

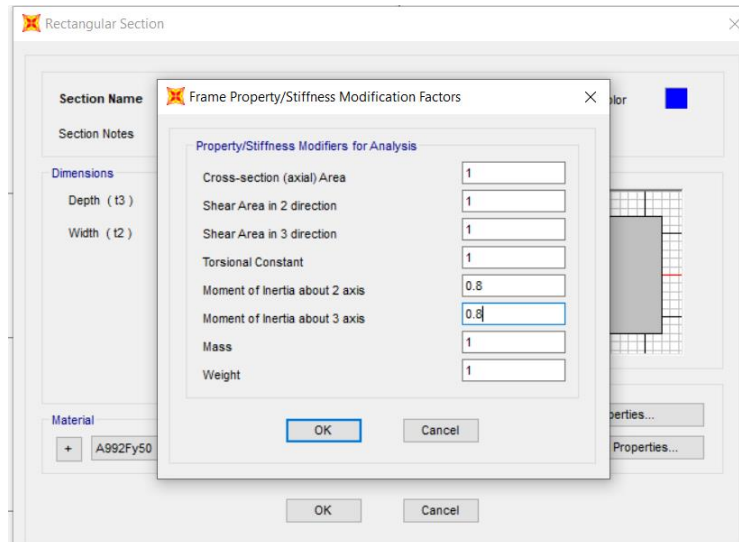


Figura 67 Momentos de inercia en Columnas

Fuente: (Correa N, 2021)

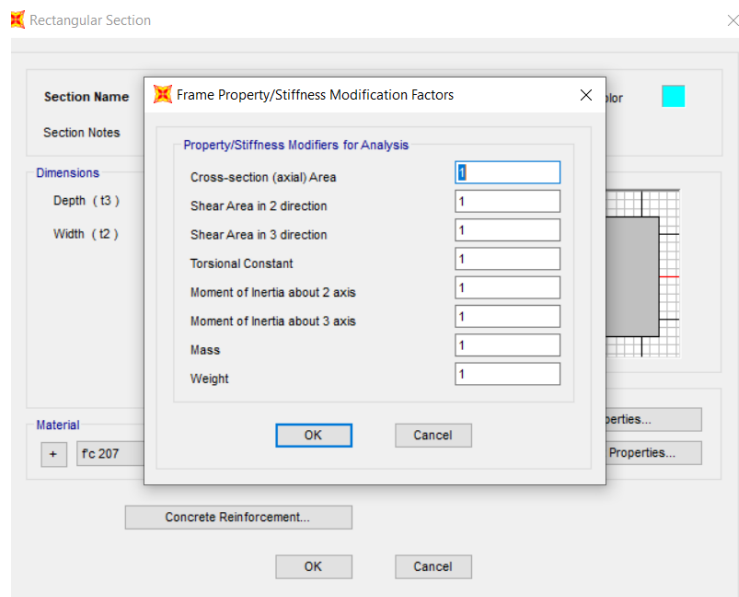


Figura 68 Momentos de inercia en Vigas

Fuente: (Correa N, 2021)

#### 4.2.4.3 INGRESO DEL ESPECTRO DE RESPUESTA

Se definen el espectro de respuesta en base al cortante basal  $V$  que se determinaron en el diseño para este modelo, con un amortiguamiento del sistema del 5%.

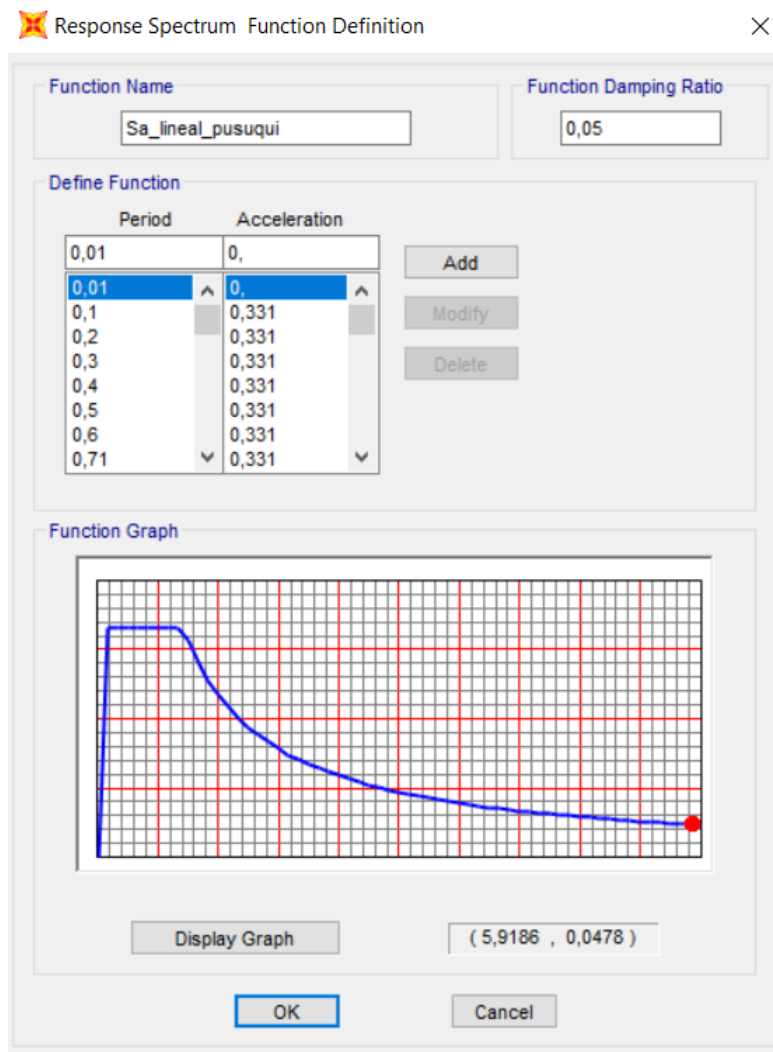


Figura 69 Espectro de Respuesta Modelo

Fuente: (Correa N, 2021)

### 4.2.4.3 DEFINICIÓN DE COMBINACIONES DE CARGA

Se definen los patrones de carga en base a la normativa ecuatoriana, con sus respectivas combinaciones. Se define el peso propio de la estructura, más un sobre carga de elementos de cargas permanentes. Para el caso de sismo en las 2 direcciones el diseño con el cortante basal  $V$  de 0.397 con una excentricidad en cada sentido del 10%.

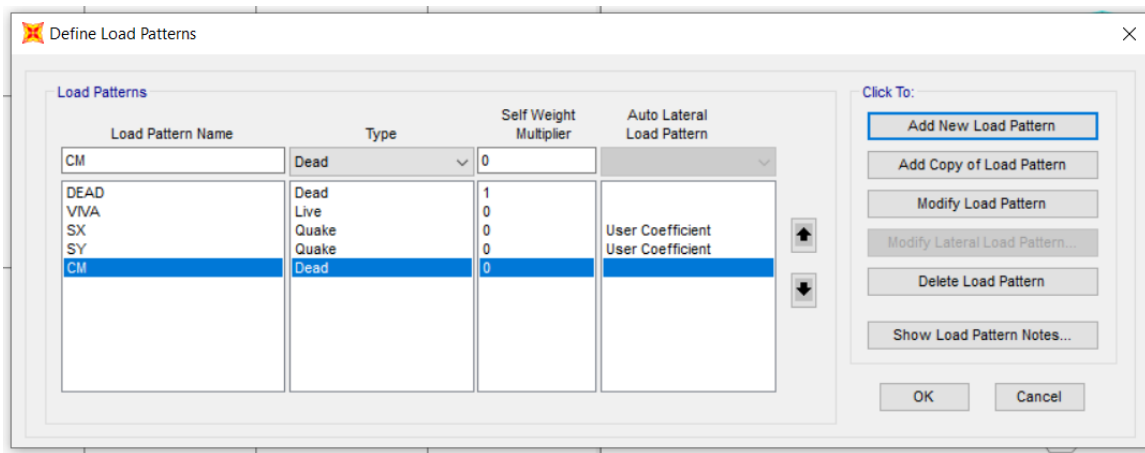


Figura 70 Definición de Casos de Carga

Fuente: (Correa N, 2021)

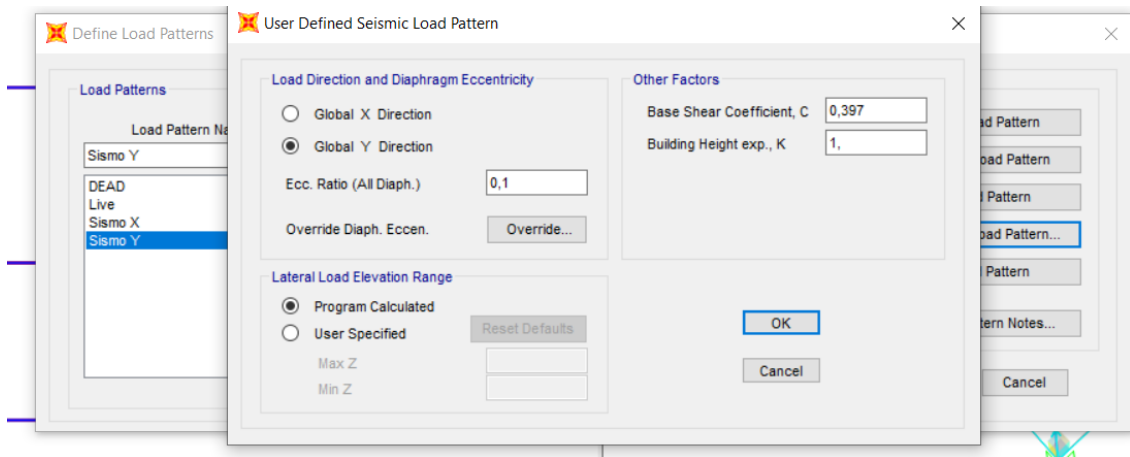


Figura 71 Definición de Excentricidad 10%

Fuente: (Correa N, 2021)

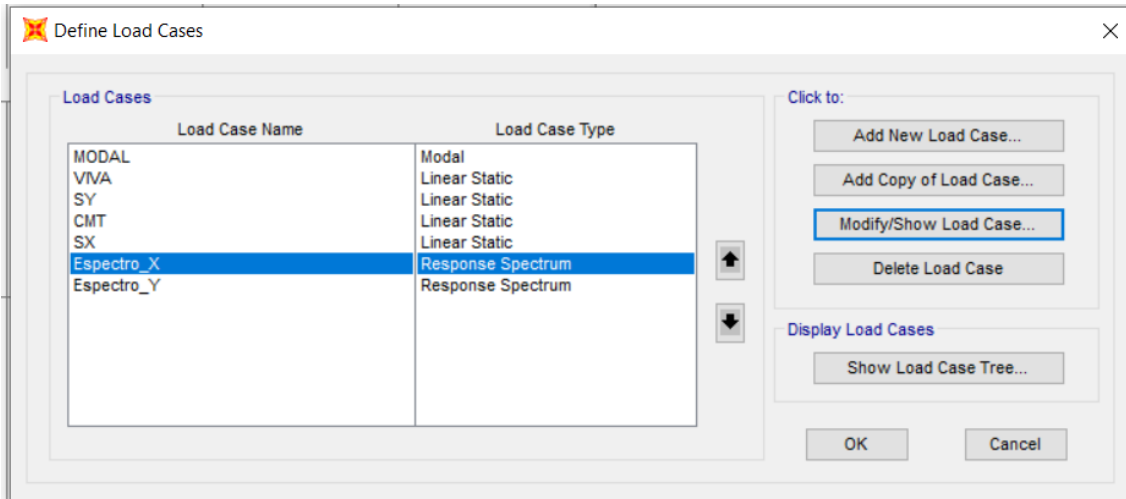


Figura 72 Definición Casos de Carga

Fuente: (Correa N, 2021)

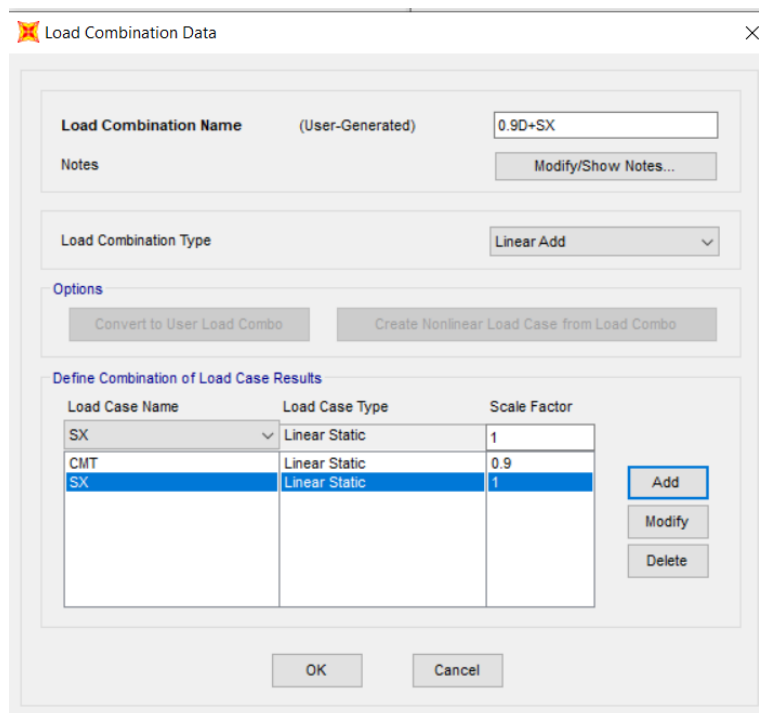
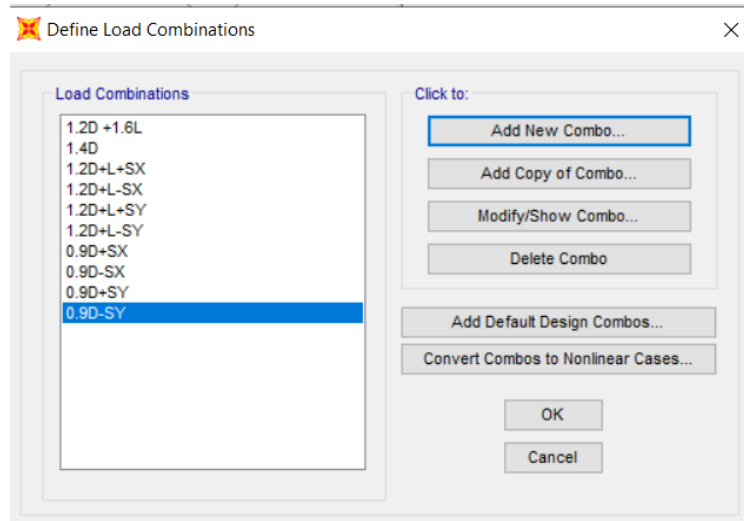


Figura 73 Combinaciones de Carga NEC-DS-15

Fuente: (Correa N, 2021)





*Figura 74 Combinaciones de Carga*

Fuente: (Correa N, 2021)

#### 4.2.4.4 ASIGNACIÓN DE ELEMENTOS A LA ESTRUCTURA

Las secciones de los elementos estructurales que se determinaron en la inspección visual. Para que los elementos estructurales no tengan desplazamientos verticales en sentido z es necesario agregar diagramas que controlan este movimiento.

Properties of Object	
Line Object Type	Straight Frame
Section	C1 40*20
Moment Releases	Continuous
Local Axis Rotation	0,
XY Plane Offset Normal	0,
Drawing Control Type	None <space bar>

*Figura 75 Asignación de elementos estructurales*

Fuente: (Correa N, 2021)

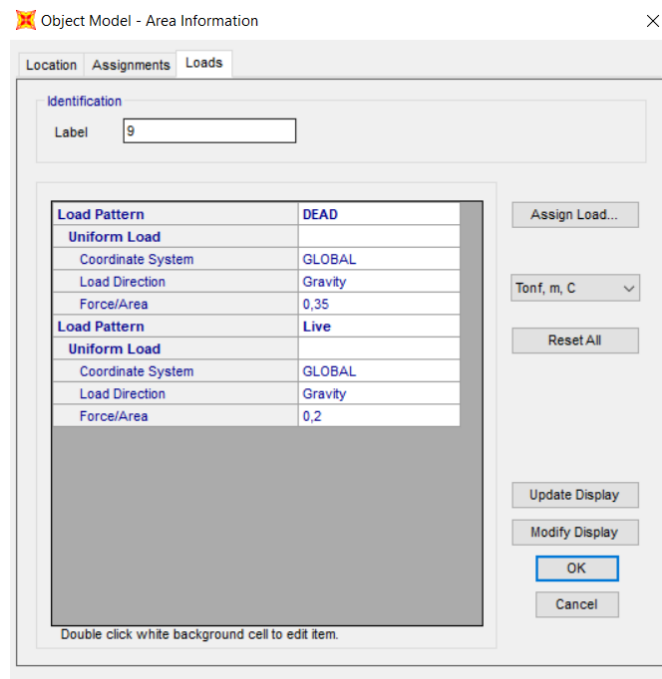


Figura 76 Comprobación de Asignación de Cargas  
Fuente: (Correa N, 2021)

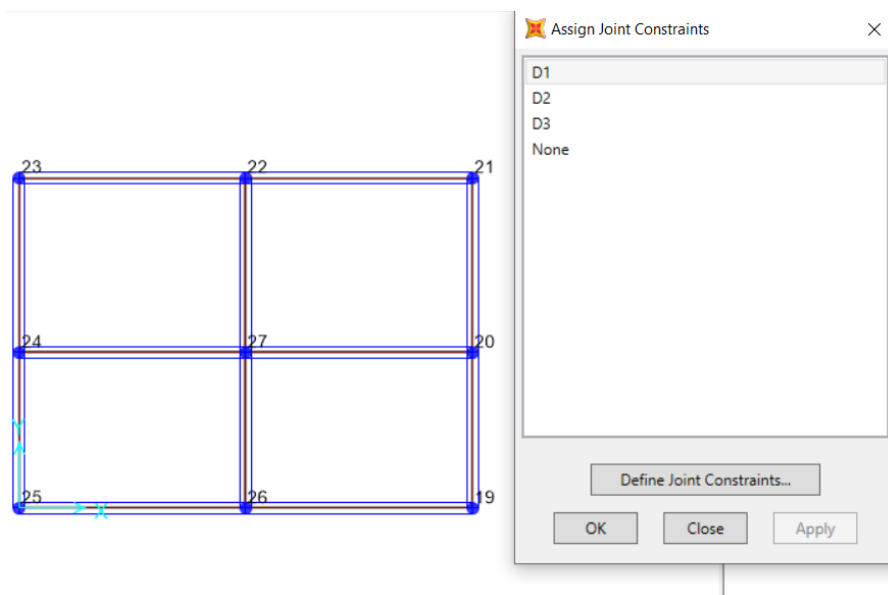


Figura 77 Asignación de Restricciones Diafragmas  
Fuente: (Correa N, 2021)

#### 4.2.4.5 RESULTADOS MODELOS

El peso de la estructura en el modelo computacional fue de 237.30 Tonf, mientras en el análisis manual 242.76 Tonf, existe una diferencia de 2.25 % con relación a peso.

	OutputCase	CaseType Text	StepType Text	StepNum Unitless	GlobalFX Tonf	GlobalFY Tonf	GlobalFZ Tonf	GlobalMX Tonf-m	GlobalMY Tonf-m	GlobalMZ Tonf-m	GlobalX m
▶	DEAD	LinStatic			2,304E-15	1,611E-14	237,3066	852,68523	-1174,6678	-4,273E-14	0
	MODAL	LinModal	Mode	1	-1,159E-10	-26,5855	0,0085	129,75473	-0,04183	-131,59833	0
	MODAL	LinModal	Mode	2	-35,3973	2,614E-10	2,759E-07	1,599E-06	-177,81164	139,50978	0

*Figura 78 Base Reacciones*

Fuente: (Correa N, 2021)

	OutputCase	ItemType Text	Item Text	Static Percent	Dynamic Percent
▶	MODAL	Acceleration	UX	100	100
	MODAL	Acceleration	UY	100	99,9999
	MODAL	Acceleration	UZ	53,1054	33,8685

Record: << < 1 > >> of 3

Add Tables... Done

*Figura 79 Participación Ratios Masa*

Fuente: (Correa N, 2021)

Los periodos de vibración máximo en el modelo es  $T_m$  0.7853, mientras que el periodo natural de vibración es de  $T_d$  0.45.

$$T_d * 1.2 > T_m$$

$$0.57 > 0.783$$

El periodo de diseño en el modelo es mayor al calculado, la estructura va a ser mucho más flexible que el diseño.

En el primer modo de vibración del modelo nos indican que existe un movimiento traslacional alrededor del eje y. Mientras que el Modo de vibración en el segundo modo existe movimiento traslacional al eje x. Se determina que no existe movimiento torsional de la estructura.

TABLE: Modal Participating Mass Ratios						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	RZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0,785334	0	0,856956	0
MODAL	Mode	2	0,669497	0,802389	0	0,005063
MODAL	Mode	3	0,618518	0,004834	0	0,83181
MODAL	Mode	4	0,242742	0	0,112903	0
MODAL	Mode	5	0,182219	0,00669	0	0,11996
MODAL	Mode	6	0,176391	0,141347	0	0,005737
MODAL	Mode	7	0,13892	0	0,030141	0
MODAL	Mode	8	0,096453	0,000139	0	0,03731
MODAL	Mode	9	0,084347	0,0446	0	0,00012
MODAL	Mode	10	0,069074	0	1,08E-08	0
MODAL	Mode	11	0,052197	0	1,562E-07	0
MODAL	Mode	12	0,050477	0,000000321	0	2,034E-08

*Figura 80 Periodos y Modos de Vibración.*

Fuente: (Correa N, 2021)

Los desplazamientos de cada piso se evaluaron con relación a la normativa ecuatoriana de la construcción.  $\Delta M=0.75 \cdot R \cdot \Delta E$ , este valor no debe sobrepasar el 2 %.

TABLE: Joint Displacements					
Joint	OutputCase	CaseType	U1	U2	U3
Text	Text	Text	m	m	m
8	Sismo X	LinStatic	0,067402	0,011196	0,000226
8	Sismo Y	LinStatic	0,000383	0,074977	-0,000056
33	Sismo X	LinStatic	0,044533	0,007883	0,000194
33	Sismo Y	LinStatic	0,00027	0,055282	-0,00005
24	Sismo X	LinStatic	0,016747	0,00324	0,000119
24	Sismo Y	LinStatic	0,000111	0,024475	-0,000033

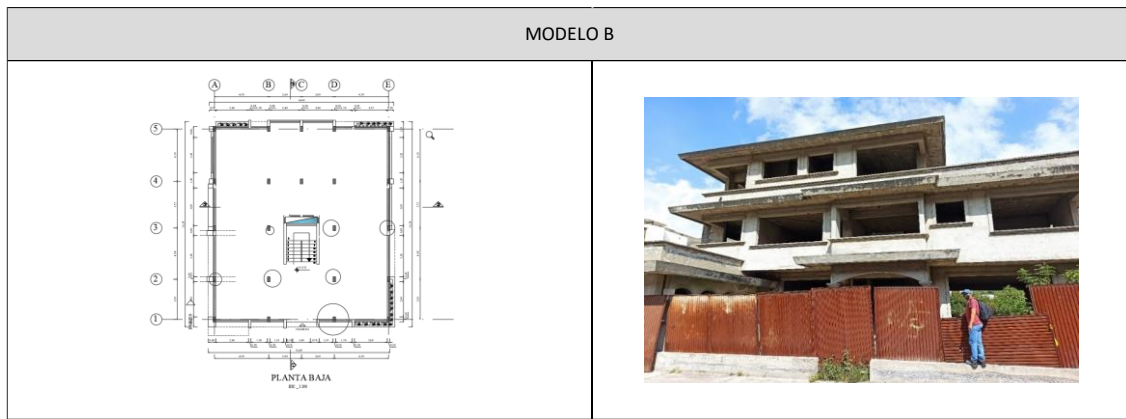
R = 3 0,75						
Desplazamientos referenciales					Δ Inelástica	
Altura	U1	U2	ΔX	ΔY	ΔM=0.75*R *ΔE	ΔM=0.75*R *ΔE
cm	cm	cm	Δ %	Δ %	ΔX %	ΔY %
774	6,740	7,490	0,003	0,003	0,0067	0,0057
522	4,450	5,520	0,005	0,006	0,0120	0,0133
232	1,670	2,440	0,007	0,011	0,0162	0,0237

Figura 81 Control Derivas Modo A Sx y Sy

Fuente: (Correa N, 2021)

### 4.3 MODELO B MODAL ESPECTRAL

El modelo es una residencia de 1 casa, continuas de 2 pisos, es la tipología más recurrente del sector de estudio. El diseño de los materiales de construcción es en base a los datos de resistencia a la compresión presentados en el ensayo de esclerometría, el dimensionamiento de los elementos estructurales es en base a los encontrados en sitio.



*Figura 82 Dimensiones Modelo B*

Fuente: (Correa N, 2021)

### 4.3.1 DIMENSIONES DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

En base a la geometría de elementos estructurales de columnas, vigas y losa que se encontraron en el la vivienda se determinaron las siguientes dimensiones para cada uno de los elementos, mientras que el diseño de losa se diseñó un modelo equivalente de una losa nervada de 20 cm a losa maciza de 14.5 cm igualando las inercias.

Elemento	Dimensiones		Área (cm <sup>2</sup> )
	a (cm)	b (cm)	
Columnas	40	20	800
Columnas	30	20	600
Vigas	25	25	625

*Tabla 24 Dimensiones de Elementos Estructurales*

Fuente: (Correa N, 2021)

### 4.3.2 CARGAS MODELO B

#### 4.3.2.1 CARGA PESO PROPIO DE LA ESTRUCTURA

En base a los elementos y área del modelo se determinaron el peso propio que tiene la estructura. Este parámetro es de carácter comparativo ya que en la modelación de la estructura se puede utilizar el 100 % de la carga muerta de los elementos para determinar el peso de la estructura

PISO 1, 2,3									
Descripcion	L1 m	L2 m	H m	# elementos	Pes Es (T/m3)	g	subtotal	Observaciones	
losa	16	15	0,145	1	2,4	9,81	8,51	Losas equivalente a una de 25 cm	
viga l1	16	0,25	0,25	5	2,4	9,81	1,22	Viga que pasa por columnas	
viga l2	15	0,25	0,25	5	2,4	9,81	1,15	viga entre vigas principales	
columna	0,3	0,2	2,1	15	2,4	9,81	0,46	columna de 0,3 m * 0,2 m	
columna	0,4	0,2	2,1	7	2,4	9,81	0,29	columna de 0,4 m * 0,2 m	
						sub total	34,90	ts2/m	
						total	950,12	Tonf	

*Tabla 25 Carga Muerta de elementos*

Fuente: (Correa N, 2021)

#### 4.3.2.2 CARGA SOBRE IMPUESTA PESO PROPIO DE ESTRUCTURA

El modelo A se asignaron cargas adicionales según la ocupación que van a soportan este elemento.

Cargas Permanentes:	
Acabados	0.07 t/m <sup>2</sup>
Instalaciones	0.05 t/m <sup>2</sup>
Enlucidos	0.07 t/m <sup>2</sup>
Pisos	0.02 t/m <sup>2</sup>
Paredes	0.15 t/m <sup>2</sup>

**TOTAL 0.35 t/m<sup>2</sup>.**

*Tabla 26 Cargas Permanentes*

Fuente: (Correa N, 2021)

#### 4.3.2.3 CARGA VIVA

Para edificaciones de uso residencial la Normativa Ecuatoriana propone utilizar un valor de carga viva como se detalla en la siguiente tabla.

Carga Viva		
Vivienda	200	kg/m <sup>2</sup>

Tabla 27 Carga Viva

Fuente: (NEC\_SE\_SD, 2015)

### 4.3.3 CÁLCULO DE ESPECTRO DE DISEÑO Y CORTANTE BASAL V

El espectro de diseño de para el análisis dinámico estructural, se constituyeron a partir de grupo de espectros que representativos que afectan a cada región. Se utilizó la Norma Ecuatoriana de la construcción para determinar los elementos del sector.

CORTANTE BASAL BASADO FUERZA			
DESCRIPCION	VALOR	OBSERVACIONES , TIPO	REFERENCIA
Coeficiente Ct	0,055	HORMIGON SIN MUROS NI DIAGONALES	NEC 6.3.3a
Altura del Edificio (hn)	7,74	en metros	Planos
Coeficiente para calculo del periodo $\alpha$	0,9	HORMIGON SIN MUROS NI DIAGONALES	NEC 6.3.3a
Periodo Natural de Vibracion (T1)	0,35	FORMULA	$T = C_t h_n^g$
Periodo Natural de Vibracion Max (t2)	0,45	Perido Natura de Vibracion por 1.3	
factor de importancia (I)	1	Otras estructuras	tabla 6m secc 4.1
Factor de Reduccion de Respuesta (R )	5	PORTICOS RESISTENTE MOMENTO sism	Tabla 13
Relacion de amplificacion espectral n	2,48	Provincias de la Sierra	Tabla 3.1.2
Zona sísmica	V	Estudio suelo	Tabla 1
Factor de zZona (Z)	0,4	Alta	Tabla 1
Tipo de Suelo	D	Estudio suelo	
Factor de Sitio (Fa)	1,2	tablas	Tabla 3.1.2
Factor de sitio (Fd)	1,19	tablas	Tabla 4
Factor de comportamiento inelastico (Fs)	1,28	tablas	Tabla 5
Factor en el espectro para Diseno Elastico R	1		Secc 3.3.1
Perido Tc	0,698		Secc 3.3.1
Aceleracion espectral (Sa)	1,190		
Factor de irregularidad en Planta $\phi_p$	1	Tablas revisar plano Grafico	Seccio 5.2.3
Factor de irregularidad en Elevacion $\phi_E$	1	Tablas revisar plano Grafico	Seccio 5.2.3
Factor del Cortante Basal V	0,238		Sec 6.3.2

Tabla 28 Parámetros Diseño Cortante Basal V

Fuente: (Correa N, 2021)

#### 4.3.3.1 ESPECTROS DE DISEÑO

Los parámetros de diseño de cortante basal V re realizo un modelo estático y el estático no lineal. Para cada espectro se cambian los factores de reducción sísmica. Esto de acuerdo a la normativa vigente. (NEC\_SE\_SD, 2015)



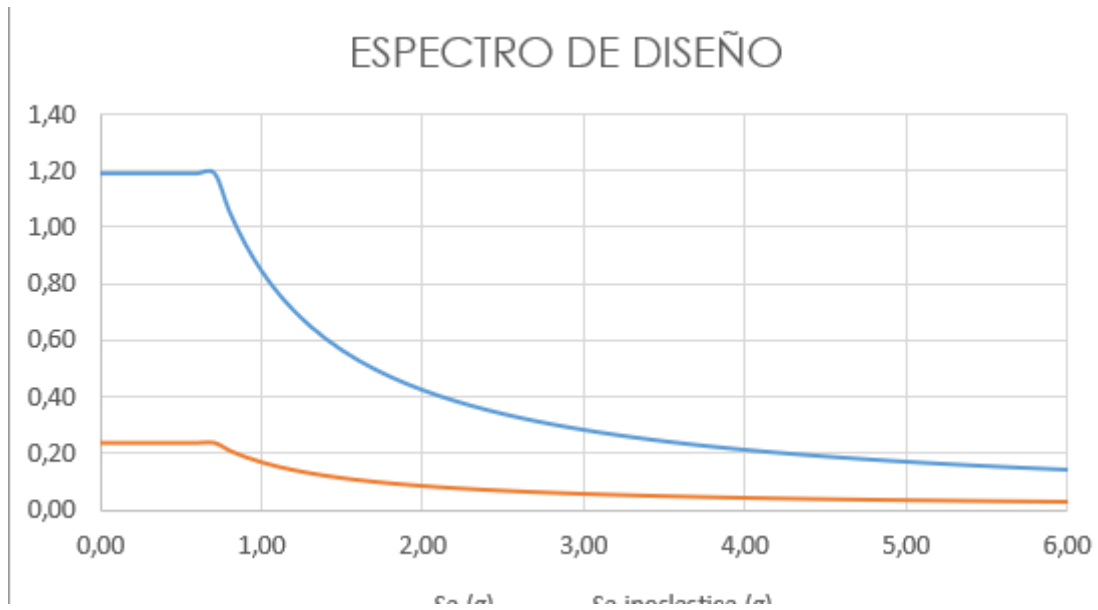


Figura 83 Espectro de Diseño  
 Fuente: (Correa N, 2021)

#### 4.3.4 MODELACIÓN DE LOS ELEMENTOS

Este modelo de análisis lineal determina los estados de fuerzas laterales estáticas, los desplazamientos, las deformaciones unitarias, las tensiones y las fuerzas de reacción bajo el efecto de cargas laterales aplicadas.

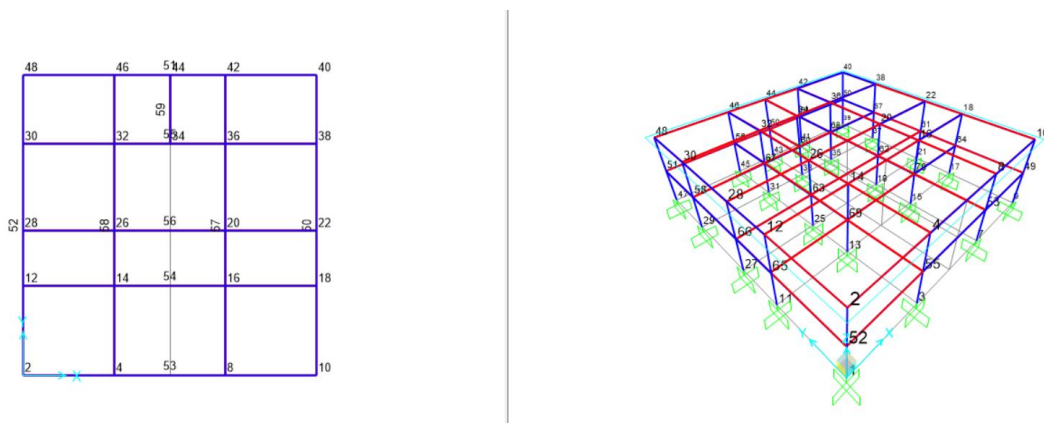
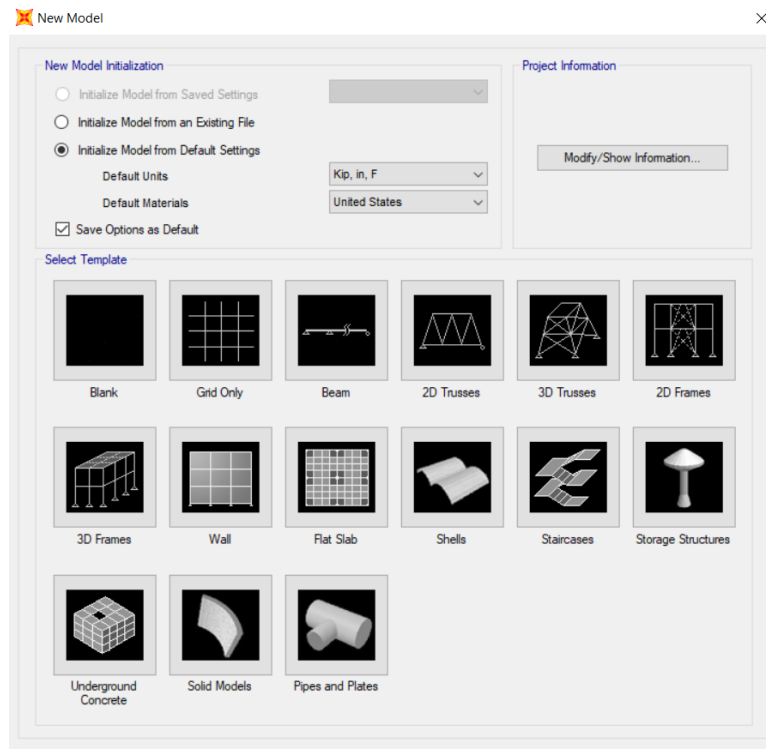


Figura 84 Definición de Ejes  
 Fuente: (Correa N, 2021)



*Figura 85 Grid Modelo*  
Fuente: (Correa N, 2021)

**System Name** GLOBAL

**X Grid Data**

Grid ID	Ordinate (in)	Line Type	Visible	Bubble Loc	Grid Color
0	0	Primary	Yes	End	
	169,291	Primary	Yes	End	
	271,654	Primary	Yes	End	
	374,016	Primary	Yes	End	
	543,307	Primary	Yes	End	

Add Delete

**Y Grid Data**

Grid ID	Ordinate (in)	Line Type	Visible	Bubble Loc	Grid Color
0	0	Primary	Yes	End	
	164,567	Primary	Yes	End	
	266,929	Primary	Yes	Start	
	427,559	Primary	Yes	Start	
	553,543	Primary	Yes	Start	

Add Delete

**Z Grid Data**

Grid ID	Ordinate (in)	Line Type	Visible	Bubble Loc
0	0	Primary	Yes	End
	82,677	Primary	Yes	End
	165,354	Primary	Yes	End

Add Delete

**Grid Lines**

Quick Start...

**Display Grids as**

Ordinates  Spacing

Hide All Grid Lines

Glue to Grid Lines

Bubble Size 48,

Reset to Default Color

Reorder Ordinates

OK Cancel

Figura 86 Ejes de Elementos

Fuente: (Correa N, 2021)





**Restraints in Joint Local Directions**

Translation 1  Rotation about 1

Translation 2  Rotation about 2

Translation 3  Rotation about 3

**Fast Restraints**

OK Close Apply

Figura 87 Asignación de Restricciones

Fuente: (Correa N, 2021)

#### 4.3.4.1 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Los valores de resistencia de los materiales se determinaron del ensayo de esclerometría, para los elementos de columnas y vigas. En el caso de las losas se utilizó el valor de  $f'_c$  de las vigas. El módulo de elasticidad del concreto se diseñó con el valor obtenido de tesis (CABRERA, 2014) que caracteriza el concreto para la ciudad norte de Quito. Los valores cuantía de los elementos estructurales es de 1 % , en algunos casos este valor de cuantía es mayor por el diseño de armado de los elementos. El acero de refuerzo corrugado (normas NTE INEN 2167 - ASTM A 706), con un límite a la fluencia mínimo  $f_y = 4200$  kg/cm<sup>2</sup>.

Material Property Data

**General Data**

Material Name and Display Color: H = f'c 207.75 kg/cm<sup>2</sup>

Material Type: Concrete

Material Grade: f'c 4000 psi

Material Notes: Modify/Show Notes...

**Weight and Mass**

Weight per Unit Volume: 2.356E-05

Mass per Unit Volume: 2.403E-08

Units: KN, cm, C

**Isotropic Property Data**

Modulus Of Elasticity, E: 207051

Poisson, U: 0.2

Coefficient Of Thermal Expansion, A: 9.900E-06

Shear Modulus, G: 86271.25

**Other Properties For Concrete Materials**

Specified Concrete Compressive Strength, f'c: 2.03

Expected Concrete Compressive Strength: 2.03

Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

Figura 88 Definición de Material Concreto de Columnas

Fuente: (Correa N, 2021)

**Material Property Data**

**General Data**

Material Name and Display Color: H = f<sub>c</sub> 207.75 kg/cm<sup>2</sup>

Material Type: Concrete

Material Grade: f<sub>c</sub> 4000 psi

Material Notes:

**Weight and Mass**

Weight per Unit Volume: 2,356E-05

Mass per Unit Volume: 2,403E-08

Units: KN, cm, C

**Isotropic Property Data**

Modulus Of Elasticity, E: 207051

Poisson, U: 0,2

Coefficient Of Thermal Expansion, A: 9,900E-06

Shear Modulus, G: 86271,25

**Other Properties For Concrete Materials**

Specified Concrete Compressive Strength, f<sub>c</sub>: 2,03

Expected Concrete Compressive Strength: 2,03

Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

Switch To Advanced Property Display

Figura 89 Definición de Módulo de Elasticidad del Concreto

Fuente: (Correa N, 2021)

**Reinforcement Data**

**Rebar Material**

Longitudinal Bars: + fy 4200

Confinement Bars (Ties): + fy 4200

**Design Type**

Column (P-M2-M3 Design)

Beam (M3 Design Only)

**Concrete Cover to Longitudinal Rebar Center**

Top: 4,

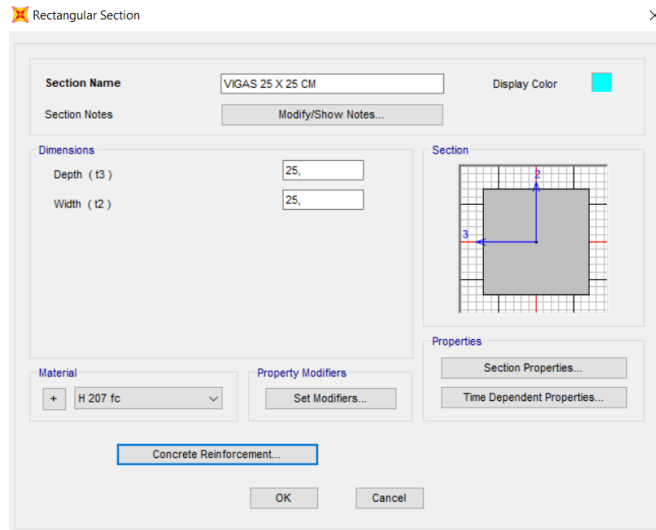
Bottom: 4,

**Reinforcement Overrides for Ductile Beams**

	Left	Right
Top	0,49	0,49
Bottom	0,49	0,49

Figura 90 Acero de Refuerzo en Columnas y Vigas cuantía mínima de armado

Fuente: (Correa N, 2021)



*Figura 91 Creación de Secciones de Vigas*

Fuente: (Correa N, 2021)

#### 4.3.4.2 MOMENTOS DE INERCIA UTILIZADOS

Los momentos de inercia de los elementos están definidos en la Norma ecuatoriana de construcción para cada elemento en el caso de columnas es de 0.8 el factor, mientras que las vigas que presentan esta característica de estar dentro de la losa (funcionan como vigas T) se considera el factor de 1.

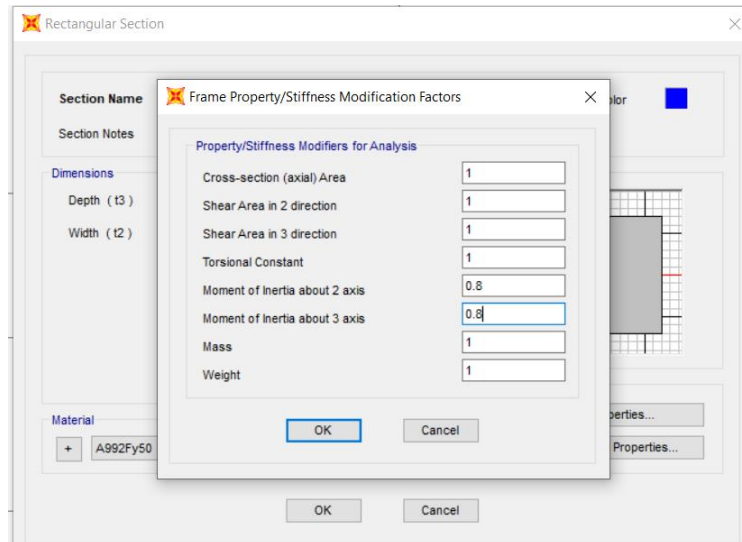


Figura 92 Momentos de inercia en Columnas

Fuente: (Correa N, 2021)

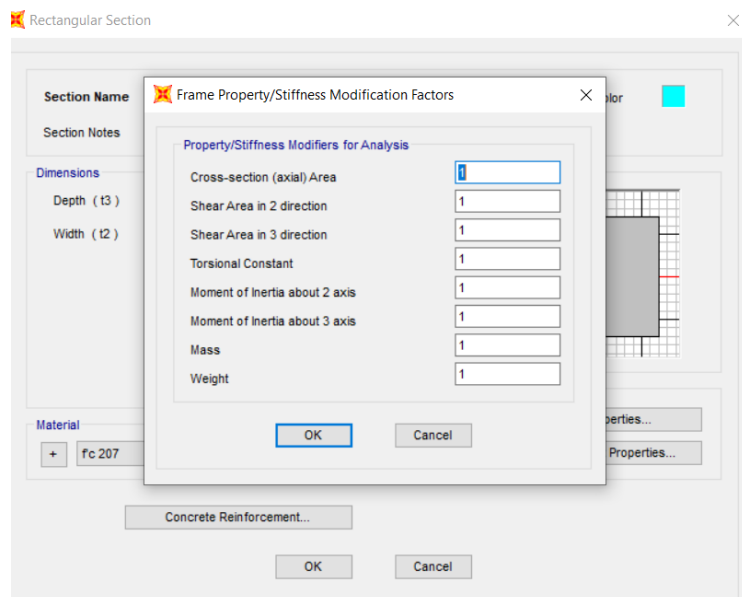


Figura 93 Momentos de inercia en Vigas

Fuente: (Correa N, 2021)

### 4.3.4.3 INGRESO DEL ESPECTRO DE RESPUESTA

Se definen el espectro de respuesta en base al cortante basal  $V$  que se determinaron en el diseño para este modelo, con un amortiguamiento del sistema del 5%.

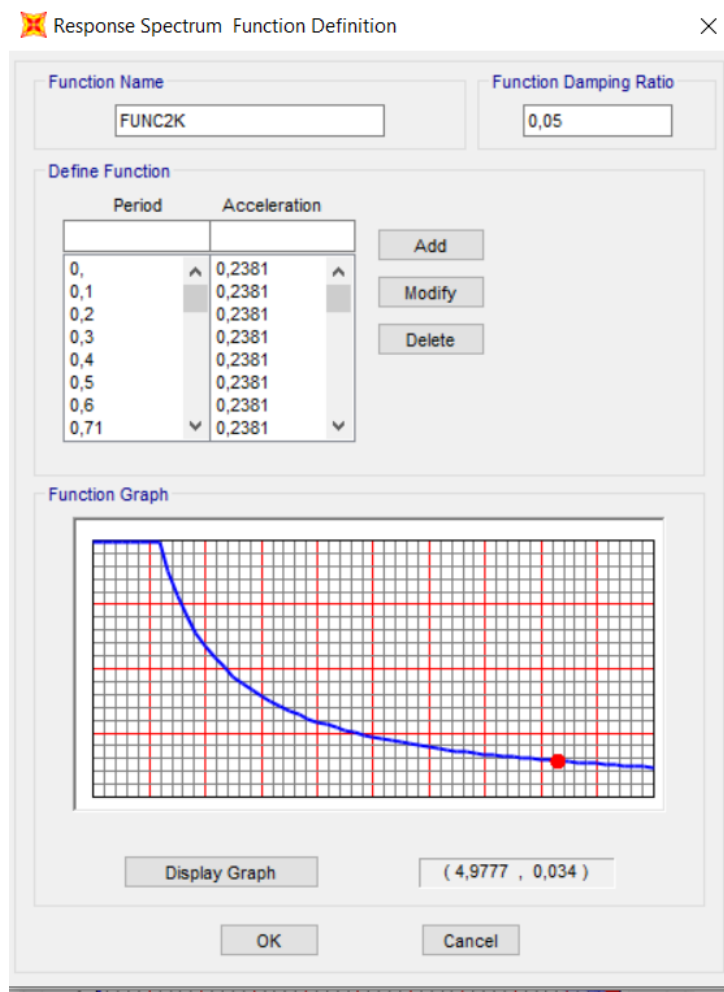


Figura 94 Espectro de Respuesta Modelo

Fuente: (Correa N, 2021)



### 4.3.4.3 DEFINICIÓN DE COMBINACIONES DE CARGA

Se definen los patrones de carga en base a la normativa ecuatoriana, con sus respectivas combinaciones. Se define el peso propio de la estructura, más un sobre carga de elementos de cargas permanentes. Para el caso de sismo en las 2 direcciones el diseño con el cortante basal  $V$  de 0.238 con una excentricidad en cada sentido del 10%.

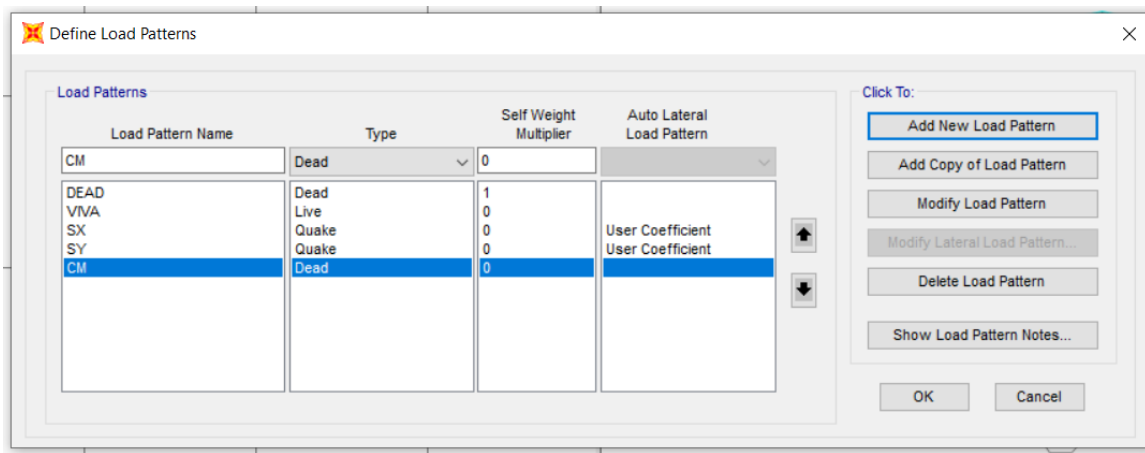


Figura 95 Definición de Casos de Carga

Fuente: (Correa N, 2021)

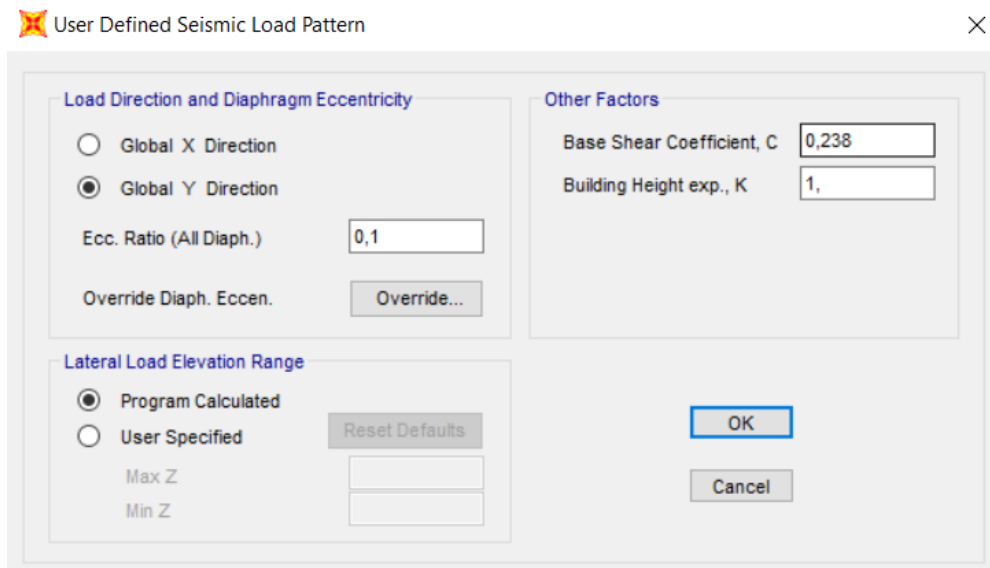


Figura 96 Definición de Excentricidad 10%

Fuente: (Correa N, 2021)

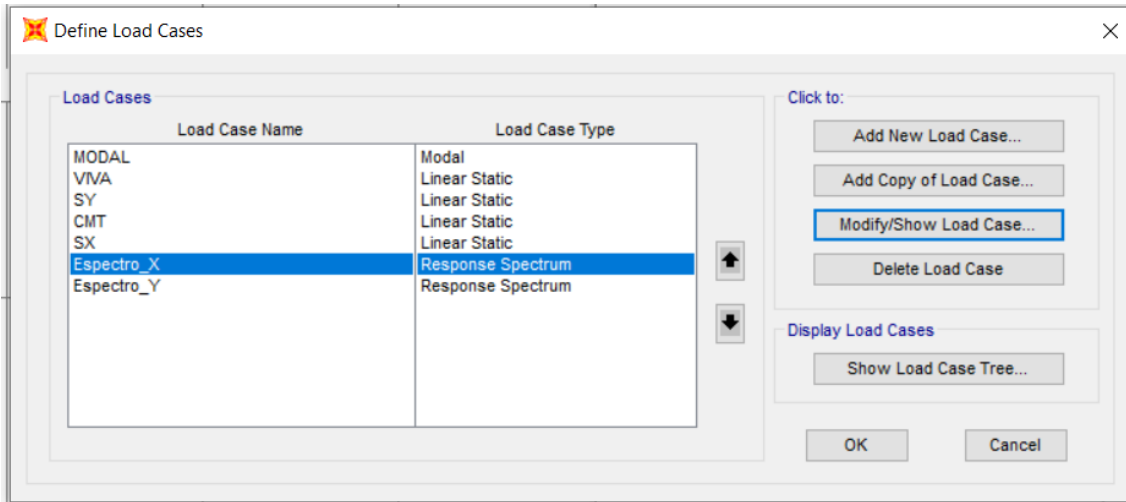


Figura 97 Definición Casos de Carga

Fuente: (Correa N, 2021)

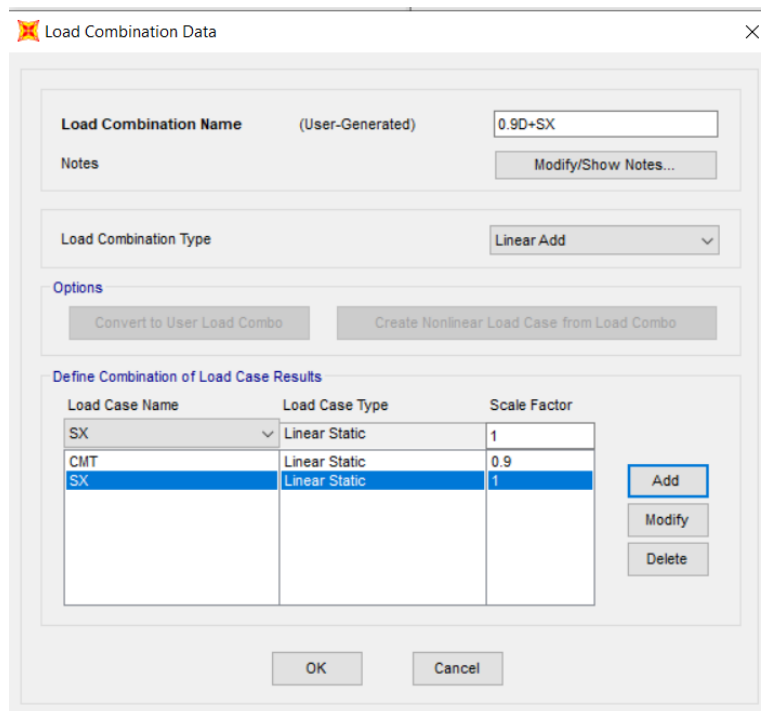
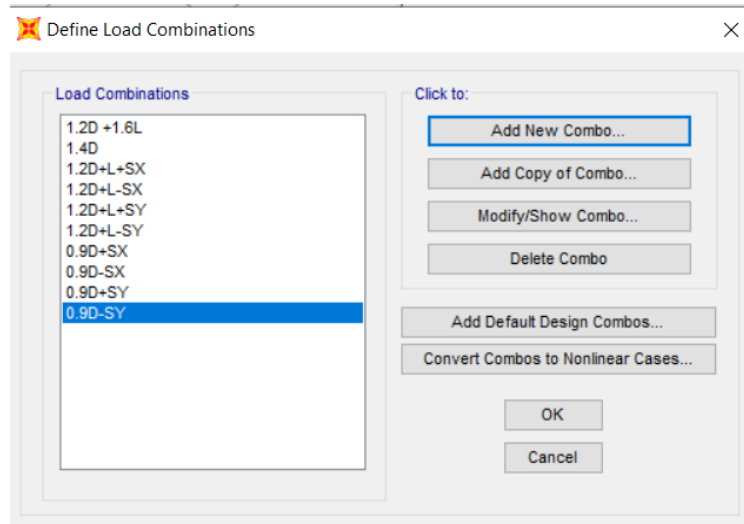


Figura 98 Combinaciones de Carga NEC-DS-15

Fuente: (Correa N, 2021)



*Figura 99 Combinaciones de Carga*

Fuente: (Correa N, 2021)

#### 4.3.4.4 ASIGNACIÓN DE ELEMENTOS A LA ESTRUCTURA

Las secciones de los elementos estructurales que se determinaron en la inspección visual. Para que los elementos estructurales no tengan desplazamientos verticales en sentido z es necesario agregar diagramas que controlan este movimiento.

Properties of Object	
Line Object Type	Straight Frame
Section	C1 40*20
Moment Releases	Continuous
Local Axis Rotation	0,
XY Plane Offset Normal	0,
Drawing Control Type	None <space bar>

*Figura 100 Asignación de elementos estructurales*

Fuente: (Correa N, 2021)

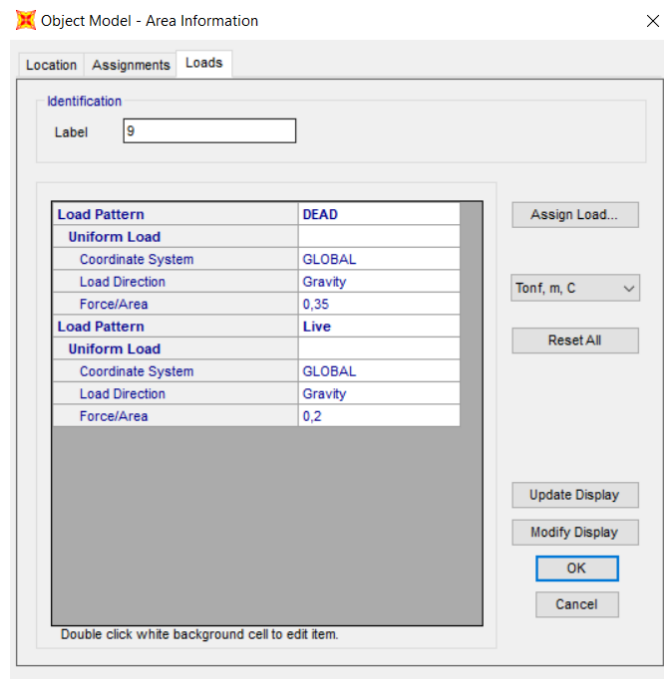


Figura 101 Comprobación de Asignación de Cargas

Fuente: (Correa N, 2021)

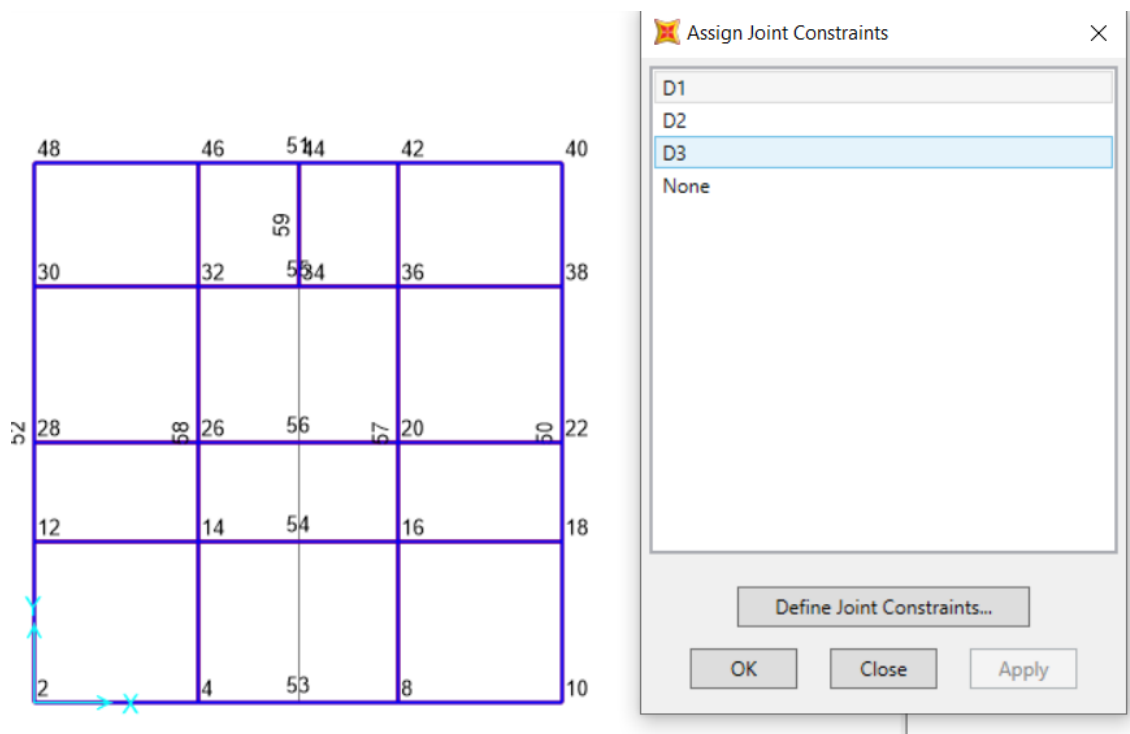


Figura 102 Asignación de Restricciones Diafragmas

Fuente: (Correa N, 2021)

### 4.3.4.5 RESULTADOS MODELOS

El peso de la estructura en el modelo computacional fue de 937.53 Tonf, mientras en el análisis manual 950.12 Tonf, existe una diferencia de 1.32 % con relación a peso.

	OutputCase	CaseType Text	StepType Text	StepNum Unitless	GlobalFX Kip	GlobalFY Kip	GlobalFZ Kip	GlobalMX Kip-in	GlobalMY Kip-in	GlobalMZ Kip-in	GlobalX in
▶	DEAD	LinStatic			-7,883E-15	1,361E-14	937,537	261164,853	-254685,235	5,372E-12	0
	MODAL	LinModal	Mode	1	1,133E-08	177,407	0,066	-24383,638	-17,991	48193,12	0
	MODAL	LinModal	Mode	2	201,092	-3,025E-08	-2,298E-05	-0,009937	28320,48	-15458,722	0

Figura 103 Base Reacciones

Fuente: (Correa N, 2021)

	OutputCase	ItemType Text	Item Text	Static Percent	Dynamic Percent
▶	MODAL	Acceleration	UX	100	100
	MODAL	Acceleration	UY	100	99,9999
	MODAL	Acceleration	UZ	64,4785	44,4131

Record: << < 1 > >> of 3

Add Tables... Done

Figura 104 Participación Ratios Masa

Fuente: (Correa N, 2021)

Los periodos de vibración máximo en el modelo es  $T_m$  0.527, mientras que el periodo natural de vibración es de  $T_d$  0.45.

$$T_d * 1.2 > T_m$$

$$0.57 > 0.527$$

El periodo de diseño en el modelo es menor al calculado, la estructura va a ser mucho menos flexible que el diseño.

En el primer modo de vibración del modelo nos indican que existe un movimiento traslacional alrededor del eje y. Mientras que el Modo de vibración en el segundo modo existe movimiento traslacional al eje x. Se determina que no existe movimiento torsional de la estructura.

TABLE: Modal Participating Mass Ratios						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	RZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0,527346	0	0,8985	0
MODAL	Mode	2	0,430757	0,5139	0	0,346
MODAL	Mode	3	0,368686	0,3423	0	0,5256
MODAL	Mode	4	0,16748	0	0,1015	0
MODAL	Mode	5	0,116317	0,0448	0	0,0917
MODAL	Mode	6	0,10249	0,099	0	0,0367
MODAL	Mode	7	0,047744	7,04E-20	2,495E-08	2,824E-20
MODAL	Mode	8	0,047647	9,895E-10	1,135E-19	5,33E-09
MODAL	Mode	9	0,047133	4,273E-19	2,296E-07	1,616E-19
MODAL	Mode	10	0,047034	2,081E-09	5,143E-20	1,765E-08
MODAL	Mode	11	0,04593	6,396E-08	1,782E-19	0,000000049
MODAL	Mode	12	0,045879	1,886E-18	4,761E-08	5,936E-19

*Figura 105 Periodos y Modos de Vibración.*

Fuente: (Correa N, 2021)

Los desplazamientos de cada piso se evaluaron con relación a la normativa ecuatoriana de la construcción.  $\Delta M=0.75 \cdot R \cdot \Delta E$ , este valor no debe sobrepasar el 2 %.

TABLE: Joint Displacements				
Joint	OutputCase	CaseType	U1	U2
Text	Text	Text	m	m
29	Sismo X	LinStatic	0	0
29	Sismo Y	LinStatic	0	0
30	Sismo X	LinStatic	0,022588	0,001525
30	Sismo Y	LinStatic	-0,00206	0,031665
58	Sismo X	LinStatic	0,009765	0,000879
58	Sismo Y	LinStatic	-0,000966	0,01604

R = 5 0,75						
Desplazamientos referenciales					Δ Inelástica	
Altura	U1	U2	ΔX	ΔY	ΔM=0.75*R*ΔE	ΔM=0.75*R*ΔE
cm	cm	cm	Δ %	Δ %	ΔX %	ΔY %
522	2,250	3,160	0,002	0,003	0,0091	0,0112
232	0,977	1,604	0,004	0,007	0,0158	0,0259

Figura 106 Control Derivas Modo A Sx y Sy

Fuente: (Correa N, 2021)

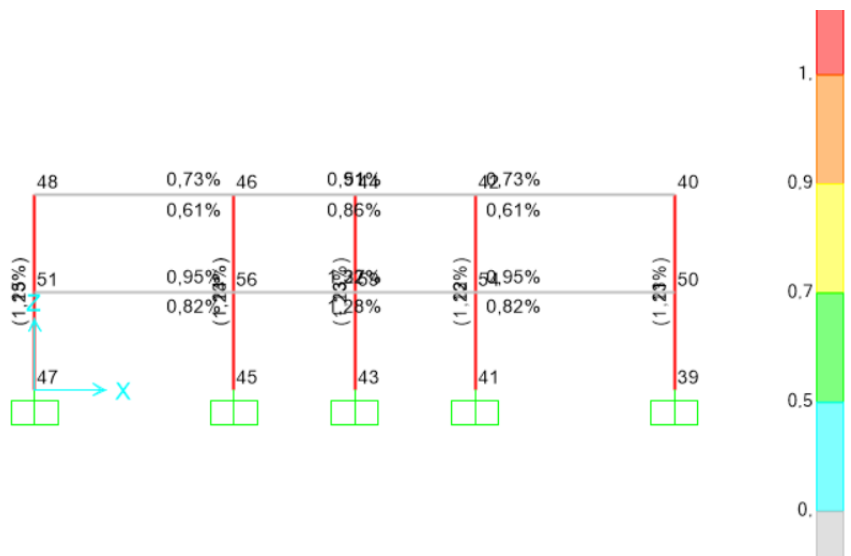


Figura 107 Porcentaje de Cuantías Modelo B  
Fuente: CORREA R NESTOR



Figura 108 Columna Fuerte Viga Débil  
Fuente: (Correa N, 2021)



## **5. CAPÍTULO: V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 CONCLUSIONES**

Se concluye que la guía práctica para la evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras de la Norma Ecuatoria de la Construcción 2015, es una herramienta útil de medición del grado vulnerabilidad sísmica. Ya que toma en cuenta varios factores externos e internos de las construcciones. Sin embargo, es un procedimiento limitado por los escasos datos obtenidos en campo y la respuesta de los propietarios.

En análisis final del grado de vulnerabilidad de las estructuras en el sitio de Pusuquí se visualiza un 59.46 % de baja vulnerabilidad, 23.42 % alta vulnerabilidad, 17.12 %. El principal problema de irregularidades que se encuentran en el sector de estudio es la construcción informal de viviendas debido a las ampliaciones de propietarios. Varias construcciones no contaban con aprobaciones municipales, y cambiaban los materiales que utilizaban en cada nueva planta.

Se caracterizó las estructuras de estudio en diferentes tipologías donde el factor predominante son construcciones de pórticos armado de hormigón C1, de 3 pisos, con irregularidades en planta y verticales. La mayoría de las irregularidades en planta son por diseño arquitectónico y la informalidad de la construcción de las obras civiles. La probabilidad que una estructura sobrepase determinado daño se puede comparar con los obtenidos en las curvas de fragilidad tipo III del presente proyecto.

Mediante la aplicación del modelo de método de análisis lineal utilizando en programa computacional SAP -2000, se determinó la respuesta sísmica del sector, el comportamiento y sus desplazamientos. En los modelos evaluados los resultados modales tuvieron derivas que sobrepasaron el 2% y según la normativa vigente puede ocasionar algún tipo de colapso en la estructura.

No existieron problemas de torsión en planta, en caso de problemas torsionales se puede proponer a las personas colocar muros de hormigón para aumentar la rigidez en ciertos sentidos. También se puede aumentar las dimensiones de los elementos estructurales como refuerzos para que no exista ese tipo de falla. Se considera la cuantía máxima que puede tener un elemento estructural por las dimensiones geométricas del elemento. Si geoméricamente no da para la cuantía necesaria del 1.5 % al 2.5% no podrá soportar un análisis modal espectral.

El acero mínimo para columnas y vigas es del 1%, un ensayo destructivo puede mejorar el conocimiento del armado y así conocer el acero utilizado en los elementos estructurales. En el primer Modelo A, la cuantía de los elementos estaba entre los valores de 1.1 y 1.8 %. Mientras que con el mismo acero mínimo el Modelo B el 1%, este problema puede deberse al desconocimiento del armado del elemento. Lo recomendable para es trabajar en el rango de 1.5 % a 2.5% y no superar el 4 % ya que dificultaría el armado de las secciones. Las características geométricas de los elementos se aumentarían en el modelo B el acero, para cumplir las cuantías.

Se reviso en los elementos que cumplieran con el principio de columna fuerte – viga débil. Esto que no supere en 1.2 veces la rigidez de los valores de la viga al de la columna. En el modelo A no cumple el criterio de columna fuerte – viga débil, mientras que en el modelo B si se cumplieron en un principio los valores.

Las ecuaciones para el cálculo del Módulo estático de elasticidad de concreto, no son aplicables totalmente en nuestro país por la diferencia de las propiedades físicas, mecánicas de los agregados.

## 6.2 RECOMENDACIONES.

El ensayo del esclerómetro es un método no destructivo, sin embargo para poder evaluar de mejor manera las estructuras es recomendable usar superficies sin enlucidos. Las mediciones de la toma de datos de los elementos varían mucho de elemento a elemento. Y cuando la superficie no es lisa, también existen cambios bruscos de lecturas de la medición.

En la aplicación de la guía práctica para la evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras de la Norma Ecuatoria de la Construcción 2015, se debe de realizar una sociabilización del tema con la comunidad. Para que el proceso pueda ser más ágil y puedan aportar más información de las construcciones. También es importante informar a las autoridades para que se pueda implementar planes de mitigación de riesgos.

Se deberían realizar el ensayo de Pachometria, para determinar el acero que se utilizó en elementos estructurales y así mejorar la modelación de los elementos. Este proceso nos va a dar datos más cercanos a las cuantías utilizadas en los elementos que se evalúan en el sector.

Trabajar de manera conjunta con los propietarios para tener una cultura de mitigación de eventos, conocer los datos que se tienen que tomar en cuenta en construcciones, como las juntas de separación de casas. En el sector fue muy difícil encontrar juntas de separación entre viviendas esto puede ser un problema a la hora de un evento sísmico porque cada construcción puede tener una respuesta sísmico diferente a la continua.

### 6.3 Bibliografía.

- ACI, A. C. (2019). REQUISITOS DE REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL (ACI318-14). *ACI 318S-14*, 592.
- Armas, J. C. (2017). *Selección de ecuaciones de atenuación (GMPES) compatibles con el sistema de fallas de Quito*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Bonett Díaz. (2003). *Vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificios. Aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada*. . Catalunya: Universitat Politècnica de Catalunya.
- CABRERA, H. X. (2014). *Módulo de Elasticidad de Hormigones de Peso Formal empleados en el Ecuador*. Quito: Tesis Escuela Politécnica Nacional.
- Carlos Celi, Juan Carlos Pantoja, Diego Sosa, Carlso Ayala. (2018). *Vulnerabilidad sísmica de Quito Ecuador, fase 1: curvas de capacidad de las tipologías estructurales, proyecto GEM-SARA*. Quito: Revista PUCE 2528-8156 num 106.
- CUEVAS, D. A. (2016). *Análisis sismorresistente mediante el método modal espectral de un Edificio Habitacional*. Concepción: Universidad Católica Santísima Concepción.
- Fabricio Yepez, Alex Barbat, Jesus Canas. (1995). *Riesgo, peligrosidad y vulnerabilidad sísmica de edificios de mampostería*.
- GABRIEL, G. C. (2018). *Determinación del índice esclerométrico en hormigones: factores que lo afectan*. DIALNET.
- GUERRERO, A. R. (2007). Determinación de la Vulnerabilidad Sísmica por medio del Método del índice de Vulnerabilidad en las estructuras ubicadas en el centro histórico de la ciudad de Sincelejo, utilizando la tecnología del sistema de información geográfica. En A. R. Guerrero, *Tesis de Maestría* (pág. 220). Sincelejo.
- INEN, N. (2016). *HORMIGÓN ENDURECIDO. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE. NORMA ECUATORIANA*.
- José Velásquez, Marcial Blondet. (2003). *Estimación de pérdidas sísmicas mediante curvas de fragilidad analíticas*. Pontificia Universidad Católica de Perú.
- LOPERA, J., Ramírez, C., Zuluaga, M., & Ortiz, J. (2010). *El método analítico*.
- Manuela López Echeverry, Anggy Yannery García Ávila . (2018). *Patología estructural colegio americano pereira*. Pereira, Risaralda: UNAM .
- Nacional, I. G. (2003).
- NEC\_SE\_SD. (10 de Enero de 2015). *NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION-Peligro Sísmico Diseño Sísmo Resistente*. Ecuador, Ecuador: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.
- Osorio, J. D. (21 de 02 de 2016). *360enconcreto*. Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/elasticidad-del-concreto>

- Pablo Quinde Martinez, Eduardo Reinoso Angulo. (2016). Estudio de peligro sísmico de Ecuador y propuesta de espectros de diseño para la Ciudad de Cuenca. *Ingeniería Sísmica Ing. sísm no.94 México ene./jun. 2016*.
- PNE, E. S. (12 de 08 de 1990). reseña historica. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Robert d'Ércole, P. M. (2004). *Vulnerabilidades del Distrito Metropolitano de Quito*. Quito: Hal archives-ouvertes.
- Roberto, A. F. (2013). *Microzonificación sísmica de Quito*. Quito: Centro de Investigaciones Científicas Universidad de Fuerzas Armadas ESPE.
- Secretaria de Gestion de Riesgos, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Oficina de ayuda humanitaria y protección civil de la comisión Europea. (2015). *Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015*. Quito.
- Taylor, S. J., & Bogdan, R. . (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación (Vol. 1)*. . Barcelona: Paidós.

## 6.1 ANEXOS 1 ESCLEROMETRÍA



*Figura 109 Limpieza de Superficie*



*Figura 110 Limpieza de elementos estructurales 2*



*Figura 111 Piedra Porosa*





*Figura 112 Medición de elementos estructurales*



*Figura 113 Colocación de Malla de 25 mm*



*Figura 114 Esclerómetro*



*Figura 115 Temperatura ambiente*





*Figura 116 Nivelación de esclerómetro*






*Figura 117 Resultado de esclerómetro*

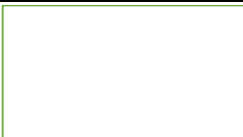
## 6.2 ANEXOS 2 FORMULARIO EVALUACIÓN SÍSMICA

EVALUACION VISUAL RAPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES													
	DATOS DE LA EDIFICACIÓN:												
	Dirección: Urb San Gregorio calle J												
	Nombre de la edificación: Residencia Familia Correa Nestor												
	Sitio de referencia: Junto Escuela de Policia Pusuqui												
	Tipo de uso: Residencial						Fecha de evaluación: 05/31/2021						
	Año de construcción: 2002						Año de Remodelación: -						
	Área Construida (m2): 595.00						Número pisos: 5						
	DATOS DEL PROFESIONAL:												
Nombre del evaluador: Nestor Andres Correa													
C.I. 1719088633													
Registro SENESCYT													
													
IRREGULARIDAD EN PLANTA													
IRREGULARIDAD EN VERTICAL													
TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL													
Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado			C1	Pórtico Acero Laminado			S1				
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H.Armado con muros estructurales			C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales			S2				
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo			C3	Pórtico Acero Doblado en frío			S3				
Mixta acero-hormigón o mixta maderahormigón.	MX					Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado.			S4				
		H. Armado prefabricado			PC	Pórtico Acero con paredes mampostería			S5				
PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL 5													
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	SS3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN													
Pre-código(construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,2	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2

Construido en etapa de transición(entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno(construido a partir de 2001)	1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1
<b>TIPO DE SUELO</b>													
Tipo de suelo C	0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D	0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4
Tipo de suelo E	0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8
PUNTAJE FINAL, S						3,5							
<b>GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA</b>													
S<2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial												
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad												
S>2.5	Baja vulnerabilidad						3,5						
Firma responsable de evaluación													
<b>OBSERVACIONES:</b>													

EVALUACION VISUAL RAPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES					
	<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN:</b>				
	Dirección: Urb San Gregorio calle J				
	Nombre de la edificación: Residencia Familia Villegas Javier				
	Sitio de referencia: Junto Escuela de Policía Pusuqui				
	Tipo de uso: Residencial	Fecha de evaluación: 05/31/2021			
	Año de construcción: 2001	Año de Remodelación: -			
	Área Construida (m2): 547.00	Número pisos: 5			
	<b>DATOS DEL PROFESIONAL:</b>				
	Nombre del evaluador: Nestor Andres Correa				
	<b>IRREGULARIDAD EN PLANTA</b>	C.I. 1719088633			
	Registro SENESCYT				
					
<b>IRREGULARIDAD EN VERTICAL</b>					
TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL					
Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	S1

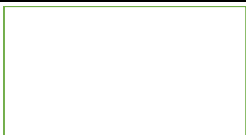


Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2								
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3								
Mixta acero-hormigón o mixta maderahormigón.	MX			Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado.	S4								
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S5								
PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL 5													
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	SS3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN													
Pre-código(construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,2	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2
Construido en etapa de transición(entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno(construido a partir de 2001)	1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1
TIPO DE SUELO													
Tipo de suelo C	0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D	0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
Tipo de suelo E	0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8
PUNTAJE FINAL, S						4							
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA													
S<2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial												
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad												
S>2.5	Baja vulnerabilidad					4							
						Firma responsable de evaluación							
OBSERVACIONES:													

EVALUACION VISUAL RAPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES	
	DATOS DE LA EDIFICACIÓN:
	Dirección: Urb San Gregorio calle J
	Nombre de la edificación: Residencia Familia Perez Javier
	Sitio de referencia: Junto Escuela de Policía Pusuqui

		Tipo de uso: Residencial		Fecha de evaluación: 05/31/2021									
		Año de construcción: 2018		Año de Remodelación: -									
		Área Construida (m2): 250.00		Número pisos: 3									
DATOS DEL PROFESIONAL:													
Nombre del evaluador: Nestor Andres Correa													
IRREGULARIDAD EN PLANTA		C.I. 1719088633											
		Registro SENESCYT											
IRREGULARIDAD EN VERTICAL													
<b>TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL</b>													
Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado		C1	Pórtico Acero Laminado	S1							
Mamostería sin refuerzo	URM	Pórtico H.Armado con muros estructurales		C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2							
Mamostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mamostería confinada sin refuerzo		C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3							
Mixta acero-hormigón o mixta maderahormigón.	MX				Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado.	S4							
		H. Armado prefabricado		PC	Pórtico Acero con paredes mamostería	S5							
<b>PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL 5</b>													
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	SS3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2
<b>ALTURA DE LA EDIFICACIÓN</b>													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8
<b>IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN</b>													
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
<b>CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN</b>													
Pre-código(construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,2	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2
Construido en etapa de transición(entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno(construido a partir de 2001)	1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1
<b>TIPO DE SUELO</b>													
Tipo de suelo C	0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D	0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
Tipo de suelo E	0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8
<b>PUNTAJE FINAL, S</b>						3,6							
<b>GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA</b>													
S<2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial												
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad												

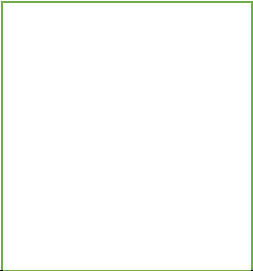


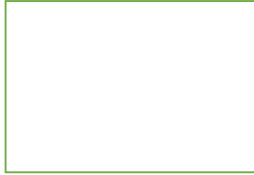
S>2.5	Baja vulnerabilidad	3,6	
			Firma responsable de evaluación
OBSERVACIONES:			

EVALUACION VISUAL RAPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES		
	<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN:</b>	
	Dirección: Urb San Gregorio calle J	
	Nombre de la edificación: Residencia Familia CASA1	
	Sitio de referencia: Junto Escuela de Policia Pusuqui	
	Tipo de uso: Residencial	Fecha de evaluación: 05/31/2021
	Año de construcción: 2004	Año de Remodelación: -
	Área Construida (m2): 230.00	Número pisos: 2
	<b>DATOS DEL PROFESIONAL:</b>	
	Nombre del evaluador: Nestor Andres Correa	
	C.I. 1719088633	
<b>IRREGULARIDAD EN PLANTA</b>	Registro SENESCYT	
		
<b>IRREGULARIDAD EN VERTICAL</b>		

TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL													
Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	S1								
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H.Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2								
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3								
Mixta acero-hormigón o mixta maderahormigón.	MX			Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado.	S4								
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S5								
PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL 5													
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	SS3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2
<b>ALTURA DE LA EDIFICACIÓN</b>													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8

IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN													
Pre-código(construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,2	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2
Construido en etapa de transición(entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno(construido a partir de 2001)	1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1
TIPO DE SUELO													
Tipo de suelo C	0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D	0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4
Tipo de suelo E	0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8
PUNTAJE FINAL, S													
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA													
S<2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial					1,2							
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad												
S>2.5	Baja vulnerabilidad												
						Firma responsable de evaluación							
OBSERVACIONES:													

EVALUACION VISUAL RAPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES		
	DATOS DE LA EDIFICACIÓN:	
	Dirección: Urb San Gregorio calle J	
	Nombre de la edificación: Residencia Familia CASA 2	
	Sitio de referencia: Junto Escuela de Policía Pusuqui	
	Tipo de uso: Residencial	Fecha de evaluación: 05/31/2021
	Año de construcción: 2012	Año de Remodelación: -
	Área Construida (m2): 350.00	Número pisos: 3
	DATOS DEL PROFESIONAL:	
	Nombre del evaluador: Nestor Andres Correa	
	IRREGULARIDAD EN PLANTA	C.I. 1719088633
	Registro SENESCYT	



IRREGULARIDAD EN VERTICAL

TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	S1
Mamostería sin refuerzo	URM	Pórtico H.Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2
Mamostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mamostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3
Mixta acero-hormigón o mixta maderahormigón.	MX			Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado.	S4
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mamostería	S5

PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL 5

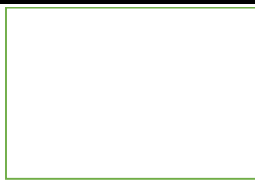
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	SS3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN													
Pre-código(construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,2	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2
Construido en etapa de transición(entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno(construido a partir de 2001)	1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1
TIPO DE SUELO													
Tipo de suelo C	0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D	0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4
Tipo de suelo E	0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8
PUNTAJE FINAL, S					3,3								

GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

S<2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial	
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad	
S>2.5	Baja vulnerabilidad	3,3
		Firma responsable de evaluación

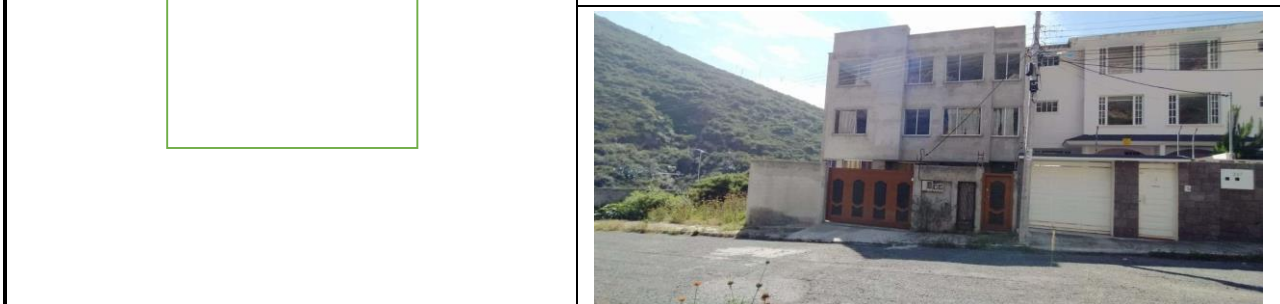
OBSERVACIONES:

**EVALUACION VISUAL RAPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES**

	<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN:</b>	
	Dirección: Urb San Gregorio calle J	
	Nombre de la edificación: Residencia Familia CASA 3	
	Sitio de referencia: Junto Escuela de Policia Pusuqui	
	Tipo de uso: Residencial	Fecha de evaluación: 05/31/2021
	Año de construcción: 2002	Año de Remodelación: -
	Área Construida (m2): 300.00	Número pisos: 3
	<b>DATOS DEL PROFESIONAL:</b>	
Nombre del evaluador: Nestor Andres Correa		

**IRREGULARIDAD EN PLANTA** C.I. 1719088633

Registro SENESCYT



**IRREGULARIDAD EN VERTICAL**


**TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL**

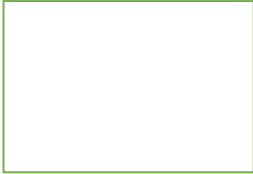

Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	S1
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H.Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3
Mixta acero-hormigón o mixta maderahormigón.	MX			Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado.	S4
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S5

**PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL 5**



Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	SS3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2
<b>ALTURA DE LA EDIFICACIÓN</b>													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8
<b>IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN</b>													
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5

CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN													
Pre-código(construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,2	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2
Construido en etapa de transición(entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno(construido a partir de 2001)	1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1
TIPO DE SUELO													
Tipo de suelo C	0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D	0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4
Tipo de suelo E	0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8
PUNTAJE FINAL, S					1,9								
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA													
S<2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial				1,9								
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad												
S>2.5	Baja vulnerabilidad												
										Firma responsable de evaluación			
OBSERVACIONES:													

EVALUACION VISUAL RAPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES		
	DATOS DE LA EDIFICACIÓN:	
	Dirección: Urb San Gregorio calle J	
	Nombre de la edificación: Residencia Familia CASA 4	
	Sitio de referencia: Junto Escuela de Policía Pusuquí	
	Tipo de uso: Residencial	Fecha de evaluación: 05/31/2021
	Año de construcción: 1998	Año de Remodelación: -
	Área Construida (m2): 125.00	Número pisos: 5
	DATOS DEL PROFESIONAL:	
Nombre del evaluador: Nestor Andres Correa		
IRREGULARIDAD EN PLANTA	C.I. 1719088633	

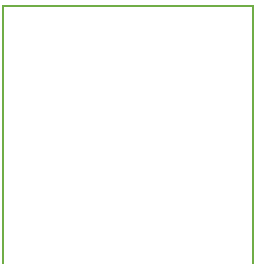
		Registro SENESCYT												
														
IRREGULARIDAD EN VERTICAL														
TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL														
Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado			C1	Pórtico Acero Laminado			S1					
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. Armado con muros estructurales			C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales			S2					
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo			C3	Pórtico Acero Doblado en frío			S3					
Mixta acero-hormigón o mixta maderahormigón.	MX					Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado.			S4					
		H. Armado prefabricado			PC	Pórtico Acero con paredes mampostería			S5					
PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL 5														
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	SS3	S4	S5	
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2	
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN														
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4	
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8	
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN														
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	
Irregularidad en planta	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN														
Pre-código (construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,2	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2	
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1	
TIPO DE SUELO														
Tipo de suelo C	0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	
Tipo de suelo D	0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	
Tipo de suelo E	0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8	
PUNTAJE FINAL, S					1,9									
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
S<2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial				1,9									
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad													
S>2.5	Baja vulnerabilidad													
														Firma responsable de evaluación

OBSERVACIONES:	

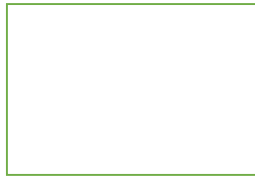
EVALUACION VISUAL RAPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES		
	<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN:</b>	
	Dirección: Urb San Gregorio calle J	
	Nombre de la edificación: Residencia Familia CASA 5	
	Sitio de referencia: Junto Escuela de Policia Pusuqui	
	Tipo de uso: Residencial	Fecha de evaluación: 05/31/2021
	Año de construcción: 2017	Año de Remodelación: -
	Área Construida (m2): 205.00	Número pisos: 2
	<b>DATOS DEL PROFESIONAL:</b>	
	Nombre del evaluador: Nestor Andres Correa	
	C.I. 1719088633	
Registro SENESCYT		
		
IRREGULARIDAD EN PLANTA		
IRREGULARIDAD EN VERTICAL		

TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL														
Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	S1									
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2									
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3									
Mixta acero-hormigón o mixta maderahormigón.	MX			Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado.	S4									
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S5									
PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL 5														
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	SS3	S4	S5	
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2	
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN														
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4		
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8	

IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN													
Pre-código(construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,2	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2
Construido en etapa de transición(entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno(construido a partir de 2001)	1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1
TIPO DE SUELO													
Tipo de suelo C	0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D	0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4
Tipo de suelo E	0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8
PUNTAJE FINAL, S					3,3								
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA													
S<2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial				Firma responsable de evaluación								
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad												
S>2.5	Baja vulnerabilidad			3,3									
OBSERVACIONES:													

EVALUACION VISUAL RAPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES	
	<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN:</b>
	Dirección: Urb San Gregorio calle J
	Nombre de la edificación: Residencia Familia CASA 6
	Sitio de referencia: Junto Escuela de Policia Pusuqui
	Tipo de uso: Residencial
	Fecha de evaluación: 05/31/2021
	Año de construcción: 2018
	Año de Remodelación: -
	Área Construida (m2): 125.00
	Número pisos: 1
<b>DATOS DEL PROFESIONAL:</b>	
Nombre del evaluador: Nestor Andres Correa	
<b>IRREGULARIDAD EN PLANTA</b>	C.I. 1719088633
	Registro SENESCYT





IRREGULARIDAD EN VERTICAL

TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	S1
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H.Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3
Mixta acero-hormigón o mixta maderahormigón.	MX			Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado.	S4
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S5

PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL 5

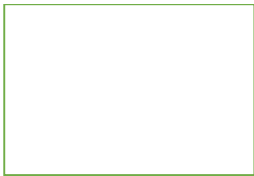


Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	SS3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN													
Pre-código(construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,2	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2
Construido en etapa de transición(entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno(construido a partir de 2001)	1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1
TIPO DE SUELO													
Tipo de suelo C	0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D	0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4
Tipo de suelo E	0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8
PUNTAJE FINAL, S						2,2							

GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

S<2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial		Firma responsable de evaluación
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad	2,2	
S>2.5	Baja vulnerabilidad		

OBSERVACIONES:

**EVALUACION VISUAL RAPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES**

	<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN:</b>	
	Dirección: Urb San Gregorio calle J	
	Nombre de la edificación: Residencia Familia CASA 7	
	Sitio de referencia: Junto Escuela de Policía Pusuqui	
	Tipo de uso: Residencial	Fecha de evaluación: 05/31/2021
	Año de construcción: 2015	Año de Remodelación: -
	Área Construida (m2): 460.00	Número pisos: 3
	<b>DATOS DEL PROFESIONAL:</b>	
	Nombre del evaluador: Nestor Andres Correa	
	C.I. 1719088633	
<b>IRREGULARIDAD EN PLANTA</b>	Registro SENESCYT	
		

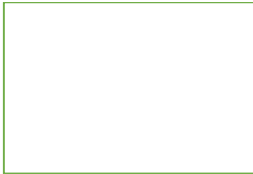
**TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL**

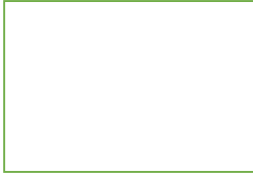

Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	S1
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H.Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3
Mixta acero-hormigón o mixta maderahormigón.	MX			Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado.	S4
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S5

**PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL 5**

Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	SS3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2
<b>ALTURA DE LA EDIFICACIÓN</b>													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8
<b>IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN</b>													
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5




CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN													
Pre-código(construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,2	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2
Construido en etapa de transición(entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno(construido a partir de 2001)	1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1
TIPO DE SUELO													
Tipo de suelo C	0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D	0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4
Tipo de suelo E	0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8
PUNTAJE FINAL, S						3,6							
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA													
S<2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial												
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad												
S>2.5	Baja vulnerabilidad					3,6							
							<hr/> Firma responsable de evaluación						
OBSERVACIONES:													

EVALUACION VISUAL RAPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES		
	DATOS DE LA EDIFICACIÓN:	
	Dirección: Urb San Gregorio calle J	
	Nombre de la edificación: Residencia Familia Alicia Martinez	
	Sitio de referencia: Junto Escuela de Policia Pusuqui	
	Tipo de uso: Residencial	Fecha de evaluación: 05/31/2021
	Año de construcción: 2010	Año de Remodelación: -
	Área Construida (m2): 250.00	Número pisos: 2
	DATOS DEL PROFESIONAL:	
	Nombre del evaluador: Nestor Andres Correa	
	IRREGULARIDAD EN PLANTA	C.I. 1719088633

		Registro SENESCYT												
														
IRREGULARIDAD EN VERTICAL														
TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL														
Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado			C1	Pórtico Acero Laminado			S1					
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. Armado con muros estructurales			C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales			S2					
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo			C3	Pórtico Acero Doblado en frío			S3					
Mixta acero-hormigón o mixta maderahormigón.	MX					Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado.			S4					
		H. Armado prefabricado			PC	Pórtico Acero con paredes mampostería			S5					
PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL 5														
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	SS3	S4	S5	
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2	
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN														
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4	
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8	
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN														
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	
Irregularidad en planta	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN														
Pre-código (construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,2	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2	
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1	
TIPO DE SUELO														
Tipo de suelo C	0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	
Tipo de suelo D	0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	
Tipo de suelo E	0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8	
PUNTAJE FINAL, S						4,6								
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
S<2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial													
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad													
S>2.5	Baja vulnerabilidad					4,6								

	Firma responsable de evaluación
OBSERVACIONES:	

**EVALUACION VISUAL RAPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES**

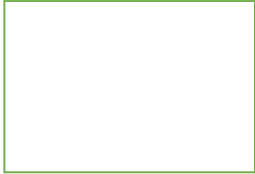


	<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN:</b>	
	Dirección: Urb San Gregorio calle J	
	Nombre de la edificación: Residencia Familia Bernal	
	Sitio de referencia: Junto Escuela de Policia Pusuqui	
	Tipo de uso: Residencial	Fecha de evaluación: 05/31/2021
	Año de construcción: 2011	Año de Remodelación: -
	Área Construida (m2): 256.00	Número pisos: 2
	<b>DATOS DEL PROFESIONAL:</b>	
Nombre del evaluador: Nestor Andres Correa		
<b>IRREGULARIDAD EN PLANTA</b>	C.I. 1719088633	
	Registro SENESCYT	
		
<b>IRREGULARIDAD EN VERTICAL</b>		

**TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL**

Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	S1
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H.Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2
Mampostería reforzada	RM		C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3

Mixta acero-hormigón o mixta maderahormigón.	MX	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo		Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado.	S4								
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S5								
<b>PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL 5</b>													
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	SS3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2
<b>ALTURA DE LA EDIFICACIÓN</b>													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8
<b>IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN</b>													
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
<b>CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN</b>													
Pre-código(construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,2	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2
Construido en etapa de transición(entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno(construido a partir de 2001)	1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1
<b>TIPO DE SUELO</b>													
Tipo de suelo C	0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D	0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4
Tipo de suelo E	0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8
PUNTAJE FINAL, S					1,3								
<b>GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA</b>													
S<2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial				1,3								
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad												
S>2.5	Baja vulnerabilidad												
						Firma responsable de evaluación							
<b>OBSERVACIONES:</b>													

<b>EVALUACION VISUAL RAPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES</b>	
DATOS DE LA EDIFICACIÓN:	
Dirección: Urb San Gregorio calle J	
Nombre de la edificación: Residencia Familia CASA 8	
Sitio de referencia: Junto Escuela de Policia Pusuqui	

	Tipo de uso: Residencial		Fecha de evaluación: 05/31/2021										
	Año de construcción: 2008		Año de Remodelación: -										
	Área Construida (m2): 235.60		Número pisos: 2										
	DATOS DEL PROFESIONAL:												
Nombre del evaluador: Nestor Andres Correa													
IRREGULARIDAD EN PLANTA		C.I. 1719088633											
		Registro SENESCYT											
													
IRREGULARIDAD EN VERTICAL													
<b>TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL</b>													
Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	S1								
Mamostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2								
Mamostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3								
Mixta acero-hormigón o mixta maderahormigón.	MX			Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado.	S4								
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S5								
<b>PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL 5</b>													
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	SS3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2
<b>ALTURA DE LA EDIFICACIÓN</b>													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8
<b>IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN</b>													
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
<b>CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN</b>													
Pre-código(construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,2	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2
Construido en etapa de transición(entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno(construido a partir de 2001)	1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1
<b>TIPO DE SUELO</b>													
Tipo de suelo C	0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D	0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4
Tipo de suelo E	0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8
<b>PUNTAJE FINAL, S</b>					0,4								
<b>GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA</b>													
S<2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial				0,4								
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad												
					Firma responsable de evaluación								

S>2.5	Baja vulnerabilidad	
OBSERVACIONES:		